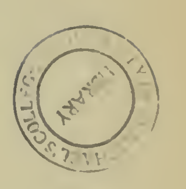


BD
518
.F8
N9
SMC

Digitized by the Internet Archive
in 2010 with funding from
University of Ottawa

http://www.archive.org/details/leproblmecosmo00nysd



LE

PROBLÈME COSMOLOGIQUE

TOUS DROITS RÉSERVÉS

LE

PROBLÈME
COSMOLOGIQUE

DISSERTATION

POUR

LE DOCTORAT EN PHILOSOPHIE SELON S. THOMAS

PAR

D. NYS

Bachelier en Théologie, Licencié en Philosophie



LOUVAIN

CH. FONTEYN, AÎNÉ, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

6, RUE DE BRUXELLES, 6

1888

ILLUSTRISSIMO · AC · REVERENDISSIMO

DOMINO · DOMINO

ISIDORO JOSEPHO DU ROUSSAUX

EPISCOPO · TORNACENSI

SANCTITATIS · SUAE · PRAELATO · DOMESTICO

PRAESULI

CLERI · POPULIQUE · PATRI · AMANTISSIMO

STUDIORUM · FAUTORI · VIGILANTISSIMO

IN · PERENNE · GRATI · ANIMI · AC · FILIALIS

AMORIS · TESTIMONIUM

THE INSTITUTE OF MEDIAEVAL STUDIES
TORONTO 5, CANADA

DEC 29 1931

3308

ILLUSTRISSIMO · DOCTISSIMO

DOMINO

JOANNI-BAPTISTAE ABBELOOS

PROTONOTARIO · APOST. · AD · INSTAR · PART.

ECCL. · METROP. · MECHL. · CANON. · HONOR.

S. THEOLOGIAE · DOCT.

ORD. · LEOP. · EQUITI

ACAD. · RELIG. · CATHOL. · SOCIO

ALMAE · MATRIS · NOSTRAE

RECTORI · MAGNIFICO · MERITISSIMO

ET

VIRO · ILLUSTRISSIMO · DOCTISSIMO

DESIDERATO MERCIER

SANCTITATIS · SUAE · PRAELATO · DOMESTICO

ECCL. · METROP. · MECH. · CAN. · HONOR.

SACRAE · THEOLOGIAE · ET · PHILOSOPHIAE · DOCT.

ACAD. · ROM. · SANCTI · THOMAE · SOCIO

PHILOSOPHIAE · AD · MENTEM · DIVI · THOMAE

ANTECESSORI · PERITISSIMO

STUDIORUM · SUORUM · MODERATORI

HANC · SUAM · LUCUBRATIONEM · DEVOTISSIMO

ANIMO

D D. D.

VENERABUNDUS · AUCTOR

PROLÉGOMÈNES.

Aux premières pages de son beau livre sur la *Logique de l'hypothèse*, Monsieur E. Naville décrit ainsi le procédé que suit l'esprit humain dans la recherche des causes et des raisons explicatives des phénomènes qui s'offrent aux investigations du penseur : « Je remarque de ma fenêtre, l'arbre d'une promenade publique couché sur le sol, et la disposition de cet arbre est telle que je vois seulement sa partie supérieure. Le tronc est hors de ma vue, ce qui m'empêche de constater directement la cause de sa rupture. Pourquoi cet arbre est-il abattu? A-t-il été brisé par l'orage? A-t-il été coupé par ordre de l'administration? De la place où je me trouve, l'observation est impuissante à résoudre la question; le raisonnement est impuissant aussi. Il me faut supposer une cause; et, cette cause ayant été supposée, je puis vérifier mon hypothèse en me rendant sur les lieux et en prenant des renseignements. Nous avons ici, dans un exemple simple, trois opérations de la pensée qui se retrouvent dans la solution de toute question scientifique : observer, supposer, vérifier. »

Il nous suffit de changer l'exemple du philosophe

génevois, tout en gardant sa pensée, pour faire saisir à la fois l'objet et la méthode de notre travail.

Supposons-nous dans un laboratoire de chimie.

Parmi la multitude des corps qui étalent aux yeux surpris l'étonnante variété de leurs couleurs et de leurs formes, l'expérimentateur en choisit deux, nommés Chlore et Sodium. Il les met en présence. Aussitôt, je les vois s'altérer, se fusionner, s'évanouir, en quelque sorte, et se perdre l'un dans l'autre, et bientôt il ne reste plus qu'un sel blanc, bien éloigné en apparence des corps qui lui ont donné naissance.

Le spectateur le moins soucieux des théories scientifiques se pose tout naturellement la question : comment cela se fait-il?

Cette question, jaillie en quelque sorte du *phénomène observé*, c'est la science embryonnaire de la constitution des corps; complètement résolue, c'est cette science dans tout l'éclat de son développement.

Elle naît donc de l'observation des faits fécondée par le travail de l'esprit qui s'efforce d'en rendre raison. Le besoin qu'éprouve l'intelligence de se satisfaire, en découvrant la raison des phénomènes qui éveillent son attention, donne naissance aux « systèmes » où elle croit trouver l'explication des faits dont elle cherche les causes.

Quand ces causes échappent aux prises de nos sens, et ne sont connaissables que par la raison, la science, sans cesser de s'appuyer sur les données de l'expérience, où elle a son premier fondement,

s'élève jusqu'à ce domaine auquel on a donné le nom de *méthaphysique*.

Expliquer les combinaisons chimiques, la nature et les propriétés des corps, en découvrant, sous les apparences, ces causes cachées aux sens et accessibles à la raison seule, tel est l'objet de la science de la constitution des corps, et voilà pourquoi elle rentre dans la métaphysique.

Les divers systèmes proposés comme solution de cette question, et considérés indépendamment de toute vérification de leur valeur, constituent, dans la marche progressive de l'esprit, ce second stade qui est la « supposition. »

Vient alors la « vérification », qui doit mettre en lumière leur valeur objective, ou les faire écarter en constatant leur insuffisance à expliquer les faits.

Mais, placés dans un domaine où les sens n'ont plus de prise, nous ne pouvons avoir recours à la vérification immédiate. On ne peut songer à contrôler par des expérimentations directes la valeur des systèmes proposés, de la même manière qu'on vérifie la place d'un muscle, ou le trajet d'un nerf par la dissection. Dès que la cause par laquelle on croit pouvoir rendre raison d'un phénomène ne peut s'apercevoir par les sens, la voie de la vérification directe se trouve fermée. Il faut alors que l'on prenne un chemin détourné. Une cause étant supposée, on en déduit les conséquences : « Ces conséquences sont comparées aux données de l'observation, au résultat des expériences tentées ; et l'hy-

pothèse a une valeur déterminée uniquement par le degré d'explication des phénomènes qu'elle fournit. Par exemple, la loi de la réflexion de la lumière étant supposée, elle est démontrée vraie parce que l'observation établit que l'angle de réflexion est égal à l'angle d'incidence. Pour une loi simple comme celle-là, la confirmation est immédiate et complète. Dans d'autres cas, l'hypothèse donne lieu à une déduction plus ou moins compliquée. L'ensemble de ses conséquences constitue un *système*. Ce système doit être comparé avec les faits, et, s'il s'y trouve conforme, il prend rang dans la science à titre de *théorie* (1). -

Un examen attentif des faits doit donc former la base de toute théorie qui prétend sortir du domaine de l'arbitraire. Mais quand cette théorie embrasse un objet aussi vaste que celui de la science qui veut déterminer la nature de la constitution des corps, cet examen devient, par la multiplicité des faits et la complexité des phénomènes que l'on y soumet, un sujet de difficultés nombreuses et de graves préoccupations. Il ne s'agit de rien moins que d'embrasser par la pensée tous les phénomènes de l'ordre physique : propriétés acoustiques, calorifiques, électriques, magnétiques, etc., ceux de l'ordre chimique : poids atomiques, affinité, lois des combinaisons, faits de thermo-chimie, changements de volumes, etc., et, en mécanique, le principe de la conservation de l'énergie.

(1) E. Naville, *La logique de l'hypothèse*, p. 7.

Renoncer à ce travail, ce serait reculer devant une vérification indispensable pour établir une théorie, et quelque difficile que fût cette tâche, nous ne pouvions nous dispenser de l'entreprendre.

Cependant nous nous plaisons à reconnaître que nous y avons été puissamment aidés par les études personnelles de notre éminent et vénéré Maître, Monseigneur Mercier, qui en a lumineusement exposé et justifié les conclusions, il y a deux ans, dans son cours de Cosmologie. Nous sommes heureux de saisir cette occasion de lui exprimer notre vive gratitude. Nous croirions manquer à un devoir de justice, dont l'accomplissement est d'ailleurs facile à notre reconnaissance, si nous oubliions de rendre hommage au désintéressement avec lequel il nous a permis de tirer parti de ses propres travaux.

Vérifier, en les appliquant aux faits, les théories qui se présentent pour en donner l'explication, telle est donc notre tâche.

Nous étudierons d'abord la théorie *mécanique*, qui pense donner l'explication scientifique de l'univers en n'y reconnaissant que l'intervention de deux facteurs, la masse inerte, et le mouvement local. Par la place qu'elle occupe dans la science, où elle tend à exercer un empire de plus en plus exclusif, c'est elle qui attire principalement l'attention. Si elle n'a pas encore complètement rallié à ses hypothèses tous les représentants de la science, c'est elle, du moins, que l'on tend à faire prévaloir, et c'est en sa faveur que l'on invoque les grandes découvertes

faites par notre siècle dans le champ des sciences naturelles.

Après en avoir exposé les principes, nous examinerons si elle rend compte des faits dans l'ordre chimique et dans l'ordre physique, puis nous la considérerons au point de vue philosophique.

En suivant la même méthode, nous étudierons ensuite la théorie scolastique, ou physique aristotélicienne, que l'on regarde assez généralement comme l'apanage d'une époque où les sciences étaient encore à leur enfance. Nous espérons montrer que non seulement elle rend compte des propriétés corporelles, mais qu'elle semble être la seule qui se concilie avec les faits.

Enfin, après avoir examiné quelques difficultés, pour en donner la solution, nous rencontrerons les arguments que la science moderne oppose aux théories de l'Ecole.

Puisse le lecteur qui parcourra ce livre y ajouter le couronnement que nous voudrions mériter : *explicit feliciter.*

CHAPITRE I.

La théorie atomique ou le Mécanisme.

L'hypothèse des atomes, défendue autrefois par Leucippe, Démocrite, Épicure, et dans les temps plus récents par Gassendi, fut appliquée définitivement à la chimie au commencement de ce siècle par Dalton. Pour interpréter les lois qui président aux combinaisons chimiques, il admit que les masses matérielles qui tombent sous nos sens sont formées de corpuscules très ténus, d'une étendue réelle et d'un poids constant ; que les corps simples renferment différents atomes tous de même espèce et que les corps composés comprennent des atomes d'espèce diverse.

Avogadro apporta bientôt aux idées de Dalton un secours inattendu. En s'appuyant sur les découvertes de Gay Lussac il admit qu'il existe un rapport simple entre les volumes des gaz et le nombre des molécules qu'ils renferment. D'après lui la seule hypothèse que l'on puisse faire à cet égard c'est d'admettre que tous les gaz renferment, à volume égal, et dans des conditions physiques identiques, le même nombre

de molécules intégrantes (1). Il était facile dès lors de déterminer quel est le poids relatif de la molécule pour chaque corps réduit à l'état gazeux. En effet, si le nombre des masses moléculaires est identique dans les volumes égaux de différents gaz, le rapport des densités de ces gaz doit être le même que celui de leurs particules prises isolément. On donna le nom de molécule à la plus petite quantité de matière qui existe à l'état libre.

Mais les poids moléculaires, n'étant, comme tous les poids d'ailleurs, que des mesures relatives, doivent être déterminés d'après une même unité. On a choisi comme terme de comparaison la molécule du corps le plus léger, l'Hydrogène, dont on est convenu de représenter le poids par 2.

Ces poids moléculaires sont-ils, pour les corps simples, l'exacte représentation des poids atomiques? En d'autres mots, peut-on considérer chacun d'eux comme égal au poids d'un atome simple du corps correspondant ? Pour le savoir on examine une série de molécules de composition connue renfermant tel élément. La quantité minimum qui s'y trouve représente le poids de l'atome cherché. La molécule des corps simples en général contient deux atomes. Celle du Mercure cependant n'en a qu'un seul, l'Arsenic et le Phosphore en ont 4, le Soufre 6 (à 500°) (2).

(1) Journal de physique, t. XXVIII, p. 58.

(2) Pour les autres corps non susceptibles d'être réduits à l'état gazeux on a recours à leurs propriétés physiques ou chimiques. Dulong et Petit ont établi par l'expérience que la chaleur spécifique, c'est-à-dire la chaleur qu'il faut communiquer à l'unité de poids de ces corps pour élever

En employant cette méthode d'investigation, les chimistes sont parvenus à découvrir le poids atomique spécifique de chaque substance élémentaire, et à désigner la molécule du composé par une formule qui indique l'espèce et le nombre d'atomes qu'elle renferme.

Jusqu'ici nous avons fait connaitre dans sa généralité la théorie atomique, que l'expérience et les découvertes des savants semblent plus ou moins justifier. Nous l'avons confinée sans doute dans des limites étroites, mais notre but était de lui conserver ainsi son caractère d'hypothèse exclusivement scientifique, et de limiter le terrain sur lequel peut régner une entente parfaite entre les philosophes et les hommes de science.

Si, comme le soutiennent les chimistes, l'hypothèse sur laquelle s'appuie la théorie atomique jouit d'une probabilité vraiment sérieuse, si les lois générales qui régissent les combinaisons des corps sont réellement fondées, nous souscrivons volontiers à la théorie que nous venons d'exposer. Ainsi conçue, elle laisse intact le problème de la nature intime des éléments et de leurs propriétés. Elle affirme uniquement que les masses élémentaires, objet des perceptions sensibles, sont des agrégats de molé-

leur température d'un degré, est en raison inverse des poids atomiques. Le produit moyen des chaleurs spécifiques par les poids atomiques rigoureusement déterminés étant égal à 6,4, ce nombre peut servir à calculer le poids atomique des corps dont la densité de vapeur est encore inconnue.

Enfin, une autre ressource est celle que présente le fait de l'isomorphisme, car les corps isomorphes ont en général le même volume moléculaire.

cules invisibles formées elles-mêmes de corpuscules plus ténus. On peut donner à ceux-ci le nom d'atomes en tant que dernières individualités chimiques capables de représenter le corps simple. Il semble aussi très légitime d'employer des formules pour désigner l'espèce et le nombre d'éléments générateurs des synthèses chimiques. Cet emploi n'implique aucune opinion sur l'être du composé ou la manière dont les unités élémentaires persistent en lui. Mais, admises par tous pour figurer les facteurs de la combinaison, ces formules sont-elles aussi l'expression vraie de sa nature intime? Sans renoncer à ces symboles, chacun peut émettre à ce sujet les idées les plus divergentes.

Nous éloignons donc du débat cette première théorie, car nous la croyons à l'abri de toute critique philosophique.

C'est aux savants qu'il appartient de juger si elle repose sur des bases suffisamment solides.

Mais, de fait, l'atomisme, tel qu'on l'entend communément de nos jours, se prend dans une acception plus large, et dépasse de loin la portée des hypothèses mentionnées. C'est une conception mécanique qui embrasse le domaine de la chimie, de la physique et des sciences en général.

Elle se ramène aux propositions suivantes :

Les atomes de toutes les substances élémentaires sont des masses homogènes ou de nature identique; leurs propriétés se réduisent uniquement à du mouvement local. Ils ne se distinguent entre eux que par

la diversité quantitative de leurs masses et des mouvements qui les animent.

L'atome matériel ne possède donc de lui-même aucune activité, mais celle-ci lui vient tout entière du mouvement communiqué. Ainsi l'affinité chimique, les forces de cohésion et de répulsion, les énergies physiques des corps résultent de l'association ou des modifications de ces mouvements atomiques. Les atomes de même masse, quoique toujours séparés par des intervalles plus ou moins grands, s'associent entre eux pour constituer la molécule du corps simple.

Le composé, à son tour, n'est qu'un agrégat d'atomes appartenant à des éléments différents. Il se forme soit par une juxtaposition de molécules libres, soit par un échange partiel ou total des atomes contenus dans les molécules réagissantes. « Lorsque deux atomes hétérogènes, écrit M. Wurtz, arrivent dans leur sphère d'action réciproque, ils ne peuvent s'unir sans que leurs mouvements se coordonnent ; il faut qu'il y ait accommodation et cette accommodation est réciproque, elle détermine la forme de la combinaison » (1). En passant à l'état de composé les éléments conservent donc leur être substantiel propre. Seulement, ils prennent des positions relatives différentes, coordonnent leurs mouvements et déterminent un état d'équilibre nouveau. C'est dans ce changement de position qu'il faut pla-

(1) La théorie atomique, p. 175.

cer la raison dernière des propriétés nouvelles de la synthèse chimique.

« Il n'y a de changements possibles dans la nature, écrit Helmholtz, que la distribution et l'arrangement divers des éléments dans l'espace, ce qui revient à un mouvement » (1).

En résumé, il n'y a lieu de reconnaître dans l'univers matériel que deux réalités distinctes : la masse homogène et le mouvement local communiqué. La masse reste toujours la même ; le mouvement, au contraire, varie constamment ; il se transmet d'un corps à l'autre et subit des transformations diverses. Ainsi le mouvement que possède un corps à tel moment peut augmenter ou diminuer d'intensité, devenir un mouvement de translation, de vibration ou de rotation, se changer en électricité, magnétisme, chaleur, etc. Mais si l'on considère la quantité globale de mouvement renfermée dans l'univers, cette quantité reste invariable.

Sur les propositions que nous avons énoncées on ne rencontre parmi les atomistes aucune divergence de vues. Cependant l'entente n'est plus aussi complète sur la question de savoir si les atomes chimiques doivent être regardés comme les dernières unités élémentaires, ou comme des produits de condensation d'atomes plus petits. La plupart des partisans de la théorie penchent vers cette dernière hypothèse.

(1) Revue scientifique, 1870, n° 6.

La théorie atomique que nous venons d'exposer cherche à s'appuyer sur plusieurs arguments empruntés aux sciences naturelles.

Le premier et le principal se base sur une prétendue donnée de la thermodynamique. Qu'y a-t-il, dit-on, de mieux établi que la nature de la chaleur? Elle n'est qu'un simple mouvement (1). Lorsqu'un corps en mouvement vient à rencontrer un autre corps, il se produit de la chaleur. Les expansions et les dilatations sont des mouvements mécaniques qui ont le calorique pour cause déterminante. En un mot, le mouvement se convertit en chaleur, comme celle-ci se convertit en mouvement, suivant une loi d'équivalence que la science a parfaitement déterminée. A son tour, le mouvement vibratoire qui constitue le calorique se transforme en électricité, magnétisme et lumière. Toutes les forces de la nature sont donc réciproquement convertibles, et se réduisent à des modes de mouvement susceptibles de transformation et de transmission d'un corps à l'autre. Par conséquent, la matière des substances diverses du monde inorganique n'est qu'un substrat réceptif de mouvements différents.

A l'effet d'établir soit l'identité de la matière, soit la formation des atomes actuels par la condensation d'une substance primitive, soit la persistance des unités élémentaires dans les composés,

(1) Tyndall. La chaleur comme mode de mouvement, p. 25. — Œuvres de sir H. Davy, vol. II, p. 11. — Tait. Théorie dynamique de la chaleur. — P. Secchi. L'unité des forces physiques, p. 24 et suiv.

les atomistes recourent aussi à plusieurs faits ou principes de chimie. Nous nous contentons de les indiquer ici ; il sera préférable que nous joignions l'exposé détaillé de ces arguments à l'examen critique que nous en ferons plus tard. Si l'on considère, dit-on, les poids atomiques des corps simples, on remarque aisément qu'un grand nombre d'entre eux répondent à des multiples exacts d'une unité déterminée; une même matière diversement condensée a donc pu donner naissance aux atomes spécifiques. De même si l'on place ces éléments dans un même cadre d'après leur valeur croissante, on constate que leurs propriétés chimiques et physiques se modifient graduellement avec l'accroissement du poids atomique. Ce fait, semble-t-il, conduit à la même conclusion ; car, ici encore, les propriétés des corps dépendraient uniquement de la quantité de matière condensée. De plus, il ressort des expériences de Kopp et de Woestyn sur les chaleurs moléculaires, que les atomes des corps simples associés dans une synthèse chimique y conservent rigoureusement leur chaleur spéciale. N'est-il pas légitime d'en inférer qu'ils ne subissent aucune altération dans cette intégration nouvelle ?

Enfin, il existe un fait dont les atomistes font grand état; c'est le cas de métamérie et de polymérie. Les corps polymères sont formés des mêmes éléments, mais en quantité absolue différente. Les métamères renferment non seulement les mêmes éléments mais un même nombre d'atomes de cha-

cun d'eux. Cependant ces corps présentent des propriétés caractéristiques. De l'avis des atomistes la diversité des polymères relèverait uniquement de la grandeur des masses mises en présence; les caractères des métamères tiendraient aux différentes positions relatives des atomes dans l'édifice moléculaire.

On le voit, cette conception des phénomènes naturels est purement mécanique. Tout, dit-on, s'explique scientifiquement par le mouvement local et les lois qui le régissent. Néanmoins, c'est la théorie préférée de nos jours par le grand nombre des savants. Aussi, un célèbre physicien a osé dire sans crainte d'être démenti : « si sur le domaine de la science, le suffrage universel avait une valeur effective, il n'y aurait plus lieu de discuter la question » (1).

1) Hirn. Notion de la force dans la science moderne, p. 36. — Analyse elementaire de l'univers, p. 57.

CHAPITRE II.

Examen de la théorie mécanique.

Art. Ier. Le Mécanisme en Chimie.

Les poids atomiques. La plus petite quantité de matière dans laquelle un élément peut se résoudre par les procédés connus, porte le nom d'atome. Mais le poids de l'atome n'est pas identique dans les différentes espèces de corps. La chimie compte actuellement soixante-dix corps simples dont chacun possède son poids atomique spécifique. Tous ces poids sont échelonnés entre celui de l'Hydrogène, qu'on représente par 1, et celui de l'Uranium, qui répond à 240; l'atome du Soufre pèse 32, du Zinc 65, de l'Argent 108, du Plomb 196, etc. La masse de ces unités élémentaires varie donc d'une substance à l'autre, et l'atome de l'Uranium paraît énorme relativement à celui de l'Hydrogène; cependant l'un n'est pas plus susceptible d'être fractionné que l'autre.

Le mécanisme nous fournit-il la raison de ce premier fait? Dans cette théorie, on ne peut invoquer que la masse ou le mouvement local, car ce sont les deux seules réalités auxquelles elle prétend ré-

duire l'univers matériel. Mais si la matière de tous les corps était vraiment homogène, on ne voit pas comment elle résisterait différemment aux forces de désagrégation ; la division devrait atteindre partout les mêmes limites. Le mouvement local, de son côté, n'assurerait pas davantage la constance du fait mentionné : il subit, en effet, des variations constantes dans les atomes qu'il anime, et peut rencontrer un autre mouvement plus intense qui vienne fractionner la masse atomique.

Mais, dira-t-on, les atomes actuels ne seraient-ils pas eux-mêmes formés d'atomes plus ténus ? Dès lors, qu'y aurait-il d'étonnant que leur constance dépendît de cette agrégation primitive ? Il est aisé de voir qu'une telle hypothèse recule la question sans la résoudre. Affirmer en effet que tel nombre d'unités associées plutôt que tel autre se maintient dans un état d'équilibre permanent, c'est affirmer l'indivisibilité des atomes chimiques sans en donner d'autre cause physique que l'homogénéité de leur masse et la variabilité de leurs mouvements.

*
* *

L'affinité. Pour peu que l'on considère les combinaisons qui se réalisent dans la nature ou le laboratoire du chimiste, on remarque aisément que les corps ne présentent pas la même aptitude à échanger leur activité. Certains éléments se combinent si facilement, qu'il suffit de les mettre en

contact pour que la réaction se produise; d'autres requièrent le secours des agents les plus énergiques, tels que l'électricité ou la chaleur; il en est enfin qu'on ne parvient jamais à associer, quel que soit le procédé employé.

De plus, si l'on examine les éléments dont l'union se révèle comme la plus naturelle et la plus stable, on constate aussi qu'ils diffèrent considérablement entre eux au point de vue de leurs caractères chimiques et physiques.

Cette propriété en vertu de laquelle des corps de nature différente tendent à former certains composés déterminés, s'appelle *l'affinité*. On la définit communément : l'aptitude des contraires à se combiner (1). - L'affinité, écrit M. Wurtz, c'est l'énergie chimique ; elle détermine l'intensité et le sens des réactions, et la mesure par les effets thermiques que ces réactions produisent (2). » Les corps les plus aptes à la combinaison déterminent en effet la plus grande quantité de chaleur.

Bref, chaque substance inorganique possède une affinité élective. Ce fait paraît se concilier bien difficilement avec la théorie mécanique. L'univers, dit celle-ci, ne contient que des groupements d'atomes identiques toujours agités par le mouvement; l'énergie chimique n'est qu'un mouvement communiqué ou une résultante de plusieurs mouvements dans les masses plus complexes. S'il en est ainsi, pour-

(1) Henry. Précis de chimie générale, p. 57.
(2) La théorie atomique, p. 165.

quoi donc un corps donné viendrait-il exercer son activité sur tel élément et non sur tel autre? Une fois le contact réalisé, ne faut-il pas que la collision ait lieu quelles que soient d'ailleurs les masses qui se rencontrent?

Une combinaison, dit-on, requiert l'équilibre interatomique ou moléculaire, et les atomes susceptibles de la réaliser doivent pouvoir accommoder leurs mouvements.

Mais cette condition même n'est-elle pas réalisable par des masses quelconques? Considérons en effet deux atomes animés de mouvements différents, soit en direction, soit en vitesse, soit en intensité. On ne voit aucun obstacle à ce que ces corps finissent par se rencontrer à la suite d'impulsions extérieures ou de la résistance d'autres corps placés dans leur voisinage. Dès lors, comme la nature, de l'avis des mécanistes, tend à prendre toujours l'état d'équilibre, il est naturel qu'après un certain nombre de chocs, ils harmonisent leurs mouvements en donnant naissance à des phénomènes thermiques qui seront le signe de leur affinité mutuelle. Or, si l'union de ces deux atomes doués de n'importe quel mouvement peut réellement avoir lieu, pourquoi ne pourrait-elle pas exister entre n'importe quelles masses atomiques?

Sans doute on se soustrait facilement à la difficulté en disant avec Claude Bernard : l'affinité n'est qu'un vain mot (1). Mais supprimer le mot n'est pas sup-

(1) Leçons de physique générale, IX, p. 208.

primer le fait dont il est l'expression plus ou moins exacte. Ce fait est indéniable ; tous les chimistes d'ailleurs le reconnaissent. « L'affinité, dit encore M. Wurtz, est pour le chimiste quelque chose de bien déterminé... Il sait à la vérité que dans les phénomènes chimiques les forces physiques interviennent d'une façon non douteuse, qu'il y a une grande part à faire dans la réaction du Chlore sur l'Hydrogène à la chaleur et à la lumière...; mais toujours est-il qu'il se croit en droit de distinguer... ce qui porte l'Hydrogène sur le Chlore de tout autre agent naturel et c'est cela qu'il désigne sous le nom d'affinité. »

L'impuissance du mécanisme à expliquer cette aptitude spéciale des êtres inorganisés se manifeste peut être mieux encore par la considération d'une loi générale qui régit les combinaisons. Nous l'avons vu précédemment : les phénomènes thermiques qui accompagnent les réactions sont la principale mesure des affinités. Un examen comparatif de ces mêmes phénomènes a permis d'énoncer ce principe d'une importance capitale : « Lorsqu'on présente l'un à l'autre plusieurs systèmes de corps, dans les conditions requises pour que la réaction se produise, la combinaison s'établit entre les corps qui dégagent, en s'unissant, la plus grande quantité de chaleur. »

Comme le montre clairement cette proposition, non seulement les espèces chimiques ne se rencontrent pas au hasard, mais elles tendent à for-

mer les synthèses qui leur permettent de déployer avec plus d'intensité leurs énergies respectives.

Eh bien ! réduisez avec le mécanisme toutes les propriétés au mouvement. Vous sera-t-il possible de justifier encore cette indifférence mutuelle et constante de certains éléments, cette union si caractéristique de certains autres ? A plus forte raison, combien ne semblera-t-il pas plus étrange que, dans la série de corps qui lui sont sympathiques, chaque substance chimique choisisse toujours et infailliblement le corps avec lequel se réalise la combinaison la plus intense ?

∴

L'Atomicité. Les dernières particules des corps que nous nommons atomes n'ont pas la même valeur de combinaison : tandis qu'un atome de Potassium s'unit à un atome de Chlore pour former un chlorure, un atome de Plomb prend deux atomes de Chlore ; un atome d'Antimoine en prend trois, il peut même en prendre cinq. Cette aptitude diverse que présentent les corps simples à former des combinaisons plus ou moins complexes avec un autre corps simple, doit être considérée comme une propriété inhérente à leurs dernières particules, et, pour la distinguer de l'affinité qui est la force chimique, on l'a désignée sous le nom d'*atomicité* ou *valence* des atomes (1).

(1) La théorie atomique, p. 113.

L'atomicité joue un grand rôle dans la chimie moderne, où on l'applique communément selon toute la rigueur des principes du mécanisme. Nous ne pouvons examiner tous les faits en détail. Pour avoir une idée de l'application qu'on en fait, bornons-nous à quelques cas typiques.

Les chimistes regardent le Carbone comme un élément tétravalent : dans certaines synthèses on le trouve en effet associé à 4 atomes d'Hydrogène. Il arrive cependant que 2 atomes de Carbone ne s'unissent qu'à 6 atomes d'Hydrogène : $C_2 H_6$. Quelle est la raison de ce fait? Pourquoi n'en prennent-ils pas 8, puisque chaque Carbone est tétravalent? Cette circonstance est due, dit M. Kékulé, à la propriété qu'ont les atomes de Carbone de se souder entre eux en échangeant une partie de leur atomicité. Une molécule n'est saturée que lorsque toutes les atomicités qui résident en elle sont satisfaites; or à défaut d'Hydrogène, les atomes de Carbone se saturent mutuellement.

On obtient alors $\begin{array}{l} C\,H_3 \\ | \\ C\,H_3 \end{array}$

Dans $C_2 H_2$, ces mêmes masses atomiques seront plus éloignées encore de leur état de saturation, car la combinaison ne renferme que 2 atomes d'Hydrogène. Aussi chaque Carbone s'enchaîne à son semblable par trois unités d'action. Il existe entre eux, dit-on, une triple soudure :

$$\begin{array}{l} C\,H \\ ||| \\ C\,H \end{array}$$

Et comme, d'autre part, l'échange d'une unité suffit à les river l'un à l'autre, le composé reste susceptible de s'unir encore quatre éléments monovalents. « La nouvelle conception, dit Frankland, consiste à admettre que, dans tout élément polyatomique, deux des atomicités disponibles peuvent se saturer l'une l'autre; elles deviennent ainsi latentes » (1).

Cette explication mécanique des synthèses chimiques nous conduit donc à la théorie des soudures et des atomicités latentes. A notre avis elle va même plus loin, elle vient se heurter à la notion de l'affinité. En effet, d'après cette hypothèse, l'énergie chimique du carbone, après s'être dépensée en partie sur l'Hydrogène, se reporterait sur le carbone voisin ; mais alors cette énergie se ramène à une simple force de cohésion unissant des atomes homogènes. N'est-ce pas contredire la définition qu'on en donne ordinairement : l'aptitude des contraires à la combinaison ?

Les partisans les plus décidés de l'atomisme souscrivent facilement à cette conséquence. Qu'il nous suffise de citer l'un des savants les plus distingués en cette matière, M. Wurtz (2). « On admettait autrefois, écrit-il, que la force chimique ne peut s'exercer qu'entre des particules ou des atomes hétérogènes. Les chimistes sont revenus de cette idée. Aujourd'hui on est en droit de supposer que les

(1) Cité par Berthelot. Synthèse chimique, p. 161.
(2) Dictionnaire de chimie, vol. I, p. 451.

affinités qui résident dans un atome donné peuvent être satisfaites en totalité ou en partie par les affinités qui résident dans un second atome de la même espèce. -

Cette assertion ne doit pas étonner. Le mécanisme a sa logique, et si le principe directif des agents matériels consiste dans le mouvement local, l'identité de nature ne saurait faire obstacle à cet échange d'activité. Cependant, malgré cette déclaration, les atomistes ne prétendent nullement bannir du monde matériel toute affinité élective; ce serait se mettre en opposition ouverte avec les faits eux-mêmes. Seulement, pour certaine catégorie de composés, principalement en chimie organique, ils sacrifient l'affinité en vue de sauvegarder l'atomicité. Nous aimons aussi à reconnaître qu'une loi générale peut rencontrer certaines exceptions. Mais pour soustraire un fait à l'application d'une loi, il faut, nous semble-t-il, qu'on y soit forcé par les caractères objectifs et intrinsèques du fait, et que l'explication qu'on en donne ne vienne pas renverser cette loi dûment constatée. Or, à ces deux points de vue la théorie mécanique de l'atomicité paraît en défaut.

Si, dans les cas mentionnés ou dans les cas analogues, la destinée de l'atome est de chercher toujours son état de saturation soit dans une union avec des hétérogènes, soit, en l'absence de ceux-ci, dans une union avec des homogènes, il est bien difficile de concevoir qu'un atome de ce genre reste néan-

moins indifférent à l'égard de certains corps; et l'on rechercherait en vain dans les autres substances inorganiques la cause qui limiterait cette aptitude.

Mais la théorie des soudures et des atomicités latentes repose-t-elle bien sur les faits? Est-elle requise pour justifier l'atomicité? (1)

Le Phosphore, susceptible de combinaison avec cinq atomes de Chlore, forme néanmoins un véritable composé chimique alors qu'il s'unit seulement à trois atomes de ce dernier élément : $P_h Cl_3$. Dans cette molécule, le Phosphore se trouve représenté par un seul atome; partant il ne pourra dépenser son énergie chimique sur son homogène, et tout le mouvement dont il est animé viendra forcément s'équilibrer avec le mouvement des atomes hétérogènes du Chlore : d'après l'hypothèse en effet, toute combinaison exige l'équilibre moléculaire ou l'accommodation des mouvements. Nous sommes donc en présence d'une réaction proprement dite, où l'échange d'activités s'établit entièrement entre un élément pentavalent et trois atomes hétérogènes, sans laisser de place à une soudure supplémentaire ou à l'atomicité latente : il faudrait, pour la rendre possible, qu'il restât, dans la synthèse formée, un mouvement disponible ou non accommodé, ce qui détruirait précisément la combinaison. Et puisque dans ce cas l'interprétation mécanique de l'atomicité se trouve réellement exclue, pourquoi l'ap-

(1) Nous examinons ici cette théorie au seul point de vue de l'atomicité. Nous verrons plus tard si les arguments tirés des phénomènes thermiques sont plus concluants.

pliquer encore à $C_2 H_2$? Pourquoi les atomes homogènes du Carbone, au lieu de se saturer mutuellement par une triple soudure, n'échangeraient-ils pas avec les hétérogènes voisins toute l'activité développée dans cette réaction ? Nous l'avouons franchement, la raison du contraire nous échappe et il nous semble que cette théorie pourrait difficilement éviter le reproche d'être fondée sur une interprétation arbitraire des faits.

Jusqu'ici nous avons examiné surtout des composés doués de pouvoir additionnel : $C_2 H_2$ et $P_h Cl_3$ (1); nous ajouterons un cas de combinaison réalisée par des molécules saturées. Soit donc le carbonate calcique $Ca C O_3$. Ce corps, d'après le système atomique, comprend deux parties ; l'une, Ca O, formée d'un atome de calcium et d'oxygène; l'autre, $C O_2$, renfermant pour un atome de carbone deux atomes d'oxygène. Les deux molécules, dit-on, sont parfaitement saturées : O=C=O + Ca=O ; le Calcium et l'Oxygène sont en effet bivalents, le Carbone est tétravalent. Comment va se faire l'union de ces deux parties ? A leur rencontre, il s'établit une lutte, au terme de laquelle se réalise l'arrangement suivant :

```
O—C=O
|   |
Ca—O
```

L'oxygène uni au carbone, attiré vers le calcium,

(1) Une molécule est douée de pouvoir additionnel lorsqu'elle possède des atomicités disponibles en vertu desquelles elle peut s'associer encore un ou plusieurs atomes.

échange avec lui une de ses atomicités; l'oxygène de Ca O n'étant plus uni au métal que par une seule atomicité, se lie par l'autre au carbone, qui en a perdu une de son côté. La combinaison se ramène ainsi, non à un échange d'éléments, mais à un échange d'atomicités (1). Tel est le rôle que le mécanisme assigne à cette propriété dans la formation du composé.

On ne saurait en disconvenir, ce rôle est certainement fort ingénieux, mais il n'est personne, croyons-nous, qui ne s'étonnerait de le voir attribuer à des atomes en mouvement. L'enchaînement de toutes les masses atomiques dans le nouvel édifice moléculaire s'opère, dit-on, par un échange d'atomicités. A moins de se payer de mots, la chose réellement échangée doit bien être le mouvement; car il s'agit ici d'établir une liaison entre les éléments constitutifs. Voilà donc deux molécules poussées l'une vers l'autre par le mouvement local. Elles se rencontrent et donnent lieu à des chocs moléculaires intenses. Pour déterminer l'union, quatre atomes divisent leurs mouvements, et chacun d'eux en distribue régulièrement une partie sur l'atome voisin qu'il a mission d'enchaîner. Un cinquième, dont le concours, d'après la formule, n'est pas requis pour

(1) Dictionnaire de chimie, p. 453. — Actuellement, pour expliquer la formation de ce composé, on admet plutôt que la combinaison de Ca O et de CO_2 se passe en présence de l'eau et qu'il se produit une double décomposition entre la base $Ca(OH)_2$ et l'acide $H_2 CO_3$: on obtient ainsi pour résultat final, le carbonate calcique et de l'eau. Toutefois, si l'on applique au carbonate l'interprétation mécanique de l'atomicité, on se heurtera nécessairement aux mêmes difficultés.

l'enchaînement des nouveaux associés, conserve imperturbablement le sien! Mille fois la rencontre aura lieu, et, infailliblement, chaque masse atomique jouera le même rôle!

Cette lutte harmonieuse des atomes paraît donc, à bon droit, bien étrange. Il serait plus exact de l'appeler une fantaisie ingénieuse que d'y voir l'explication réelle d'un fait!

Aussi entendons-nous sans étonnement les aveux significatifs des partisans les plus autorisés de la théorie atomique. Après avoir appliqué à certains composés cette théorie de l'atomicité « je sais, professe M. Wurtz, que nous sommes là sur un terrain semé d'hypothèses. J'accorde que des formules de ce genre sont faciles à construire, et que la notion de l'atomicité ainsi étendue aux combinaisons moléculaires est très élastique. On pourrait exiger davantage » (1).

Quoique plus générale, la critique de M. Berthelot n'est pas moins énergique. « Le principal reproche, dit-il, que l'on puisse adresser à la théorie atomique, comme à toutes les conceptions analogues, c'est qu'elles conduisent à opérer sur les rapports numériques des éléments, et non sur les corps eux-mêmes, en rapportant toutes les relations à une unité type nécessairement imaginaire. Elles enlèvent aux phénomènes tout caractère réel, et substituent à leur exposition véritable une suite de considérations symboliques auxquelles l'esprit se

(1) La théorie atomique, p. 184.

complaît parce qu'il s'y exerce avec plus de facilité que sur les réalités proprement dites » (1).

A nous en rapporter aux aveux des partisans mêmes de la théorie que nous combattons, nos critiques n'ont donc rien d'exagéré ; et si l'on peut, à bon droit, s'étonner d'une chose, c'est de voir une hypothèse obtenir un assentiment si universel, quand, pour le réclamer, elle se présente d'une manière aussi hésitante, et se couvre aussi mystérieusement des voiles d'un « type imaginaire » auquel on semble espérer peu de substituer une entité réelle.

*
* *

La Combinaison. Si on triture intimement de la fleur de Soufre avec de la limaille de fer excessivement ténue, on obtient une poudre jaunâtre qui paraît homogène, mais, à l'aide d'une loupe, on distingue l'un et l'autre de ces deux éléments; on arrive même à les séparer au moyen d'un aimant, qui s'empare de la limaille de fer et laisse le Soufre intact. Les propriétés des corps ne sont nullement altérées, il y a simplement *mélange*. Si, au contraire, on chauffe ce mélange jusqu'au point de fusion, on obtient une *combinaison* dans laquelle le microscope ne nous fera jamais découvrir qu'une seule matière. Celle-ci ne subit plus l'action de l'aimant; elle n'a aucun des caractères de ses constituants, mais elle présente un ensemble de propriétés durables, qui

(1) La synthèse chimique, p. 167.

lui appartiennent et la caractérisent comme une nouvelle individualité. Il s'est passé un phénomène chimique (1).

L'apparition, dans le composé, de propriétés nouvelles, tel est le premier trait caractéristique de la combinaison. Les chimistes en mentionnent plusieurs autres. Ce sont, par exemple, les lois de poids qui régissent les réactions, lois constantes qui ne se vérifient aucunement dans les actions physiques. Nous devons citer ici les trois lois suivantes : 1° Les corps se combinent en proportions fixes et invariables ; 2° Quand deux corps se combinent en plusieurs proportions, la quantité de l'un d'eux étant supposée constante, il faut doubler, tripler, etc., celle de l'autre, pour passer du composé qui en renferme le moins à ceux qui en renferment davantage ; 3° « Les chiffres qui expriment les rapports suivant lesquels un certain nombre de corps s'associent avec une quantité constante d'un même élément, expriment aussi comme tels, ou multipliés par un coefficient très simple, les rapports suivant lesquels ces mêmes corps s'associent entre eux. »

Enfin, un troisième indice, c'est la grande quantité de chaleur développée pendant toute la durée de l'action chimique. Avant d'examiner si la conception mécanique fournit une explication vraiment suffisante de ce fait et de ses circonstances, il importe de bien se rappeler que pour tout mécaniste le composé consiste uniquement en un groupement

(1) Grimaux. Chimie inorganique, p. 3.

d'atomes équilibrés. En d'autres termes, pour s'associer et former une synthèse, les éléments enchevêtrent leurs mouvements respectifs et les coordonnent sans subir aucune altération. D'après le physicien Daguin, l'absence de toute modification dans les masses atomiques serait même un fait hors de doute : « la constance dans les propriétés des produits, quels que soient les moyens employés pour les obtenir, les lois mêmes qui régissent les combinaisons, l'identité de propriétés des substances que l'on sépare des corps composés formés, quand on en fait l'analyse, montrent, dit-il, que dans ces migrations les parties premières des corps n'ont pas subi d'altérations. Autrement les résultats différeraient... et les substances sorties de ces réactions variées ne présenteraient plus les mêmes propriétés » (1).

Voyons maintenant ce qu'il en est.

Les lois de poids.

Pour la plupart des chimistes, le véritable fondement de ces lois serait l'indivisibilité physique des atomes. « Si les corps sont indéfiniment divisibles, dit un éminent chimiste, on ne conçoit pas comment il peut se faire qu'ils ne se combinent pas suivant toutes proportions de poids, ou toute proportion de volume » (2). Tous les défenseurs de l'atomisme partagent cet avis et regardent cette raison comme seule explicative de ces lois.

Ce n'est pas le moment de faire la critique de

(1) Traité de physique, p. 47.

(2) Henry. Précis de chimie générale.

cette opinion. Mais, quelle qu'en soit la valeur, il sied mal au mécanisme d'invoquer un fait inconciliable avec ses principes. Qu'une matière partout homogène, livrée aux caprices du mouvement, forme des masses atomiques les plus diverses, qui toutes, néanmoins, jouissent d'une égale indivisibilité, c'est, ce nous semble, quelque chose d'inintelligible. Le P. Secchi (1) se contente d'affirmer que jusqu'ici l'on n'a pas fourni la raison de la diversité des poids atomiques. Vraiment, y a-t-il lieu d'espérer qu'on la découvrira un jour à la lumière de la théorie mécanique?

D'ailleurs, la constance des atomes fût-elle justifiée, l'existence même des lois resterait encore une énigme. Sans doute il est toujours facile d'affirmer que dans la constitution de la molécule d'eau le mouvement local ne réunira jamais qu'un seul atome d'Oxygène et deux d'Hydrogène. Affirmer le fait n'est cependant pas l'expliquer. Et l'on serait heureux de connaître pourquoi l'équilibre interatomique ne peut s'établir, malgré les variations incessantes du mouvement, qu'entre telles ou telles portions déterminées de matière.

Les phénomènes thermiques.

Les défenseurs du mécanisme ont également tenté un essai d'explication des phénomènes thermiques qui accompagnent les réactions. Plusieurs rapportent le dégagement de chaleur au simple frottement des

(1) Unité des forces physiques, p. 133.

molécules réagissantes. Cette explication ne plait pas au P. Secchi. - Le frottement, dit-il, étant simplement une partie du travail moteur qui, dans nos machines, devient travail résistant, nécessite constamment l'intervention d'une cause première; dans le cas particulier des actions chimiques, le frottement ne peut être regardé comme principe initial de mouvement, puisque son existence suppose l'action préalable d'une force. Une semblable hypothèse nous enfermerait dans un cercle vicieux. - Selon lui, la cause réelle se trouve dans l'intensité des chocs subis par les masses, et dans les changements qui se produisent, au moment de la combinaison, dans les atmosphères des atomes élémentaires (1).

Eh bien! appliquons cette hypothèse à un phénomène thermique déterminé. La formation de 18 grammes d'eau à l'état gazeux, donne naissance à un dégagement de chaleur de 57 calories. Or la thermodynamique nous apprend qu'une calorie répond à une force capable d'élever 425 kilogrammes à un mètre de hauteur, en une seconde. Le calorique dégagé dans cette réaction aurait ainsi pour équivalent 24,125 kilogrammètres. Si l'on attribue à ce phénomène une origine purement mécanique, cette énorme force tiendrait donc uniquement à la variation de position de 18 grammes de matière et des atmosphères qui les environnent (2)!

(1) Unité des forces physiques, chap. XIV. — Voir Berthelot. Mécanique chimique, p. XXVII.
(2) Cfr. Stallo, concepts of modern physics.

Il serait peut-être téméraire d'affirmer qu'il y ait une impossibilité absolue à ce qu'un effet aussi prodigieux relève de la cause assignée. Néanmoins, pour peu que l'on examine la quantité de chaleur qui se développe au choc de masses sensibles très considérables, on comprend aisément combien il y a peu d'analogie entre ces phénomènes d'origine mécanique et le phénomène décrit. La vitesse des atomes et l'intensité de leur mouvement devrait dépasser tout ce que les imaginations les plus puissantes peuvent se représenter, et certes, l'expérience est loin de confirmer une telle fiction.

La combinaison et le mélange.

Enfin, quoi qu'en disent les atomistes, si les synthèses chimiques se réduisent à un simple assemblage d'atomes, la combinaison ne saurait différer essentiellement d'un mélange. Sans doute l'action chimique se passe entre atomes ou molécules, tandis que le mélange se fait entre des masses de toutes grandeurs; mais il n'y a là qu'une différence quantitative ou de degré. Les combinaisons, dit-on, sont réglées par des lois de poids qui ne sont pas applicables aux actions physiques. C'est un fait incontestable, mais elles révèlent les conditions spéciales de la réaction, sans montrer aucunement ce qui différencie essentiellement les corps combinés des corps simplement mélangés. Veut-on recourir aux propriétés nouvelles du composé? on pourra peut-être y trouver une variation dans l'intensité ou la direction des mouvements. Cependant si les atomes

passent inaltérés dans les synthèses, s'ils changent simplement de position, comment les différencier autrement des atomes mélangés, que par la quantité de mouvement qui les unit? On le voit, toutes ces considérations ne légitiment qu'une simple distinction accidentelle.

Mais les partisans de cette théorie sont amenés à des affirmations plus étranges encore : les atomes, dit-on, ne subissent aucune altération dans les composés où ils se trouvent engagés. Or voilà ce qui nous semble réellement insoutenable, et en contradiction avec les faits eux-mêmes. Qu'y a-t-il, en effet, de plus manifeste que le changement de propriétés produit par la combinaison chimique? Faut-il d'autre exemple que celui du Chlore et du Sodium? Le premier corps est naturellement gazeux, d'une odeur suffocante, et d'une couleur verdâtre ; le Sodium, au contraire, est un métal de la blancheur de l'argent et sans odeur. Combinez ces deux corps et vous obtiendrez un sel blanc, le sel de cuisine, dont les caractères diffèrent si profondément de ceux de ses composants. Or, ces propriétés nouvelles où sont-elles, sinon dans les masses combinées? C'est bien le composé qui s'en trouve réellement affecté. Comment donc les masses atomiques pourraient-elles conserver leurs propriétés individuelles, puisque, en définitive, toute la réalité du composé, consistant dans les atomes, et uniquement en eux, doit être le sujet des changements intervenus?

Pour éluder la difficulté, les mécanistes invoquent souvent ce qu'ils appellent la neutralisation des propriétés : les éléments garderaient dans la synthèse leurs caractères propres, seulement, à raison du voisinage de leurs associés, ils ne pourraient se manifester de la même manière qu'à l'état libre. Vaine échappatoire, nous semble-t-il, car les caractères individuels, persistant réellement, doivent se révéler nécessairement, surtout dans la théorie mécanique, où tout est mouvement, à moins d'admettre que nous soyons dupes d'une illusion, lorsque nous attribuons des propriétés nouvelles au composé. D'ailleurs, cette dernière hypothèse ne se soutient pas en présence des faits de la thermochimie. En effet, d'après un principe indiscutable, - toute perte de chaleur est une perte d'énergie. - Pour le mécanisme, l'énergie c'est le mouvement. Dès lors, cette dépense énorme de calorique et même d'électricité, qui se répartit entre les corps ambiants, accuse une perte proportionnelle de mouvement subie par les masses réagissantes. Les propriétés des atomes élémentaires, fussent-elles même interprétées mécaniquement, éprouveront infailliblement des modifications profondes.

Loin donc de fournir, comme il le prétend, une explication simple et scientifique des synthèses naturelles, le mécanisme se trouve impuissant à en déterminer les conditions et à en expliquer les phénomènes concomitants, autant qu'il est incapable de rendre compte de leur nature nouvelle.

∴

La récurrence des combinaisons. Le monde inorganique présente un dernier fait dont on aime naturellement à rechercher les causes : c'est la récurrence des mêmes corps chimiques. Dans la nature se réalisent sans cesse des combinaisons nombreuses, que le chimiste renouvelle pour la plupart à son gré dans son laboratoire. Ces édifices moléculaires à leur tour se désagrègent constamment, soit pour rendre leurs éléments à l'état de liberté, soit pour se livrer à des évolutions nouvelles. Néanmoins, malgré le travail incessant dont l'univers matériel est l'objet, toujours se manifestent à nos regards les mêmes espèces chimiques, élémentaires ou composées. Si étrange qu'il paraisse à première vue, ce fait n'en est pas moins indéniable. Sans nous occuper actuellement de la nature intime des substances inorganiques, voyons à quelles conditions pourrait s'expliquer cette récurrence invariable.

Supposez d'abord les différents corps de la nature dépourvus de ces aptitudes spéciales que les chimistes appellent les affinités électives : les associations les plus bizarres et les plus désordonnées se réaliseront à chaque instant ; les prévisions du savant perdront aussitôt cette assurance et cette certitude qui lui permettent de se diriger si facilement à travers le dédale de ses réactions.

Supprimez les lois de poids, si fixes et si inva-

riables : que de milliers d'espèces les plus variées ne se produiront-elles pas au hasard, dans les circonstances si diverses où les corps exercent leur activité !

Lois de poids et affinité, ce sont bien deux conditions indispensables au maintien de l'ordre actuel.

Il en est encore une troisième. Comme toute synthèse présente des propriétés nouvelles, le retour des éléments à l'état de liberté et le recouvrement immanquable, dans cet état, de leurs caractères distinctifs primitifs, ne se comprendraient pas, semble-t-il, s'il n'existait dans le composé une cause capable de déterminer différemment l'action des agents extérieurs. Cela posé, si ces conditions sont reconnues nécessaires et suffisantes — et tout atomiste, croyons-nous, partagera facilement cet avis, — justifier le fait de la récurrence des corps revient à justifier les conditions mentionnées.

Or ici, de nouveau, le mécanisme révèle son impuissance. Nous ne reviendrons plus sur les lois de poids ni sur l'affinité; la critique que nous avons faite de l'interprétation mécanique de ces faits nous a montré suffisamment la faiblesse de la théorie. Mais la troisième condition mérite une attention spéciale. De prime abord, on serait tenté de croire que le retour des éléments ne soulève aucune difficulté. Puisqu'ils conservent leur être individuel dans l'édifice moléculaire du composé, la simple séparation des atomes associés suffira, semble-t-il, pour rendre à chacun son état primitif. L'explication de ce fait, apparemment si facile, se complique ce-

pendant dès qu'on veut la mettre en harmonie avec l'ensemble du système.

En effet, deux hypothèses s'offrent ici : ou bien les atomes demeurent inaltérés dans la synthèse, ou bien ils y revêtent des propriétés nouvelles. Si le mécanisme choisit la première, il expliquera peut-être le retour des éléments à leurs propriétés primitives, mais il rendra inintelligible la combinaison elle-même et l'existence des caractères nouveaux qui en sont le résultat. S'il accepte la seconde, il se met, comme nous l'avons montré plus haut, dans l'impossibilité de légitimer le fait en question. D'une part les atomes combinés se trouvent dépouillés de leurs propriétés natives; de l'autre, à raison même de leur identité essentielle, ils n'ont aucune aptitude spéciale à recevoir telles ou telles propriétés déterminées. Il paraît très légitime d'en conclure que, même à l'état libre, les atomes pourront manifester des caractères très divers et profondément différents de ceux qui les distinguent actuellement. Pourquoi faudrait-il que l'agent extrinsèque qui vient enlever à une molécule un ou plusieurs de ses constituants pour les entraîner dans son orbite, communique toujours aux autres leur mouvement primordial? - On se demande, dit avec beaucoup d'à propos M. Domet de Vorges, comment il se fait que certains tourbillons qui déterminent la nature des corps simples, soient tellement permanents qu'ils se retrouvent toujours les mêmes, après s'être mêlés et enchevêtrés les uns dans les autres. La fixité des

essences matérielles semble bien peu compatible avec cette variabilité et cette communicabilité qui est le caractère propre du mouvement local » (1).

Art. II. Le Mécanisme en Physique.

§ 1. Les faits de l'ordre physique.

La forme cristalline. Les corps, d'après les divers degrés de température ou de pression auxquels ils sont soumis, peuvent se trouver dans trois états différents : à l'état solide, à l'état liquide, à l'état gazeux. Lorsqu'ils passent lentement, et à l'abri de toute cause perturbatrice, d'un état inférieur à l'état solide, la plupart d'entre eux prennent des formes polyédriques en conservant dans leurs parties une symétrie parfaite ; leurs particules se disposent régulièrement les unes vis-à-vis des autres et constituent des séries rectilignes. C'est le phénomène de la cristallisation.

Les cristaux sont donc des polyèdres, c'est-à-dire des masses terminées par des faces aux contours géométriques, résultant de l'accumulation régulière de lames planes très minces, superposées et juxtaposées.

Un même corps peut revêtir des formes cristallines très variées, mais quelque nombreuses que soient ces formes extérieures, toutes se font remarquer par une symétrie fondamentale, et dérivent

(1) La métaphysique en présence des sciences, p. 119.

d'une forme unique qu'on appelle forme primitive. C'est elle qui caractérise les espèces cristallines. Elle se détermine par le nombre de ses faces et la valeur des angles dièdres sous lesquels ces faces se coupent.

L'ensemble de ces formes primitives se répartit en six groupes ou systèmes cristallins. Ce sont autant de classifications génériques comprenant chacune un certain nombre d'espèces minérales.

Mais ce qui intéresse le plus dans la cristallographie, c'est la loi de l'abbé Haüy : « A l'identité de composition chimique correspond l'identité de forme primitive, et la différence de composition chimique entraîne la différence de forme primitive. » Toutefois, pour bien comprendre le sens précis de cette loi, il importe de déterminer soigneusement la formation même du cristal.

La structure cristalline comporte nécessairement deux choses : l'orientation commune des particules et leur équidistance dans une même direction. Pour expliquer ces faits, les minéralogistes en général croient devoir attribuer à la molécule elle-même la forme spécifique du cristal entier. Selon M. de Lapparent « les travaux de Bravais auraient même démontré que l'état cristallin n'admet d'autre raison physique » (1).

En réalité cette hypothèse rend parfaitement compte du phénomène. Etant admis que toutes les

(1) Cours de minéralogie, p. 8.

molécules ont la même structure cristalline, la même densité, on comprend aisément qu'elles ne seront bientôt plus soumises qu'aux attractions mutuelles qui sollicitent leurs centres de gravité; à une distance déterminée de ces centres, la sollicitation deviendra nulle et l'équilibre s'établira. Toutes les molécules se trouveront ainsi orientées de la même manière, et seront à égale distance l'une de l'autre.

En résumé, la cristallographie nous apprend que, dans la nature, la molécule de chaque corps appelée communément « l'individu chimique » possède sa forme cristalline spécifique (1).

A première vue, cette loi générale paraît être contredite par les cas de polymorphisme et d'isomorphisme.

Comme le nom l'indique, le polymorphisme est la possibilité pour une combinaison chimique de se présenter soit, dans différents systèmes, sous plusieurs formes cristallines incompatibles, soit, dans un même système, sous des formes qu'on ne peut faire dériver l'une de l'autre par des lois simples.

De l'avis de M. de Lapparent, le polymorphisme s'expliquerait ou par la différence intrinsèque des polyèdres moléculaires, ou par la variabilité des groupements qui donnent naissance au cristal. Mais le fait, dit-il, que cette dernière cause doit intervenir dans le plus grand nombre de cas, se laisse

(1) Pour les corps simples, l'argument conserverait toute sa force alors même qu'on attribuerait la forme spécifique à l'atome, car tous les atomes d'un élément sont homogènes.

soupçonner si l'on s'attache à cette considération que la forme la plus symétrique est presque toujours une forme limite de celle qui l'est le moins (1). Dans cette hypothèse la molécule conserverait donc sa structure propre, et la diversité de formes proviendrait du groupement différent de ces mêmes molécules. La première interprétation, d'après laquelle il existerait une différence dans le polyèdre moléculaire, n'est peut-être pas inconciliable avec la loi générale. En effet, il y a lieu de se demander si la molécule reste bien identique à elle-même dans ses formes diverses. De fait, on constate que les formes d'une substance polymorphe se distinguent entre elles par leurs propriétés physiques et chimiques.

L'isomorphisme est la propriété qu'ont certains corps de composition différente de cristalliser dans les mêmes formes, ou du moins dans des formes très rapprochées. Nous devons distinguer ici deux cas. Les corps isomorphes dont la forme est identique cristallisent dans le système cubique. Dans ce cas, l'isomorphisme ne prouve ni pour ni contre la loi. Dans la différenciation des formes cristallines, le cristallographe n'a d'autre critérium que les axes et les angles dièdres. Or ceux-ci sont nécessairement égaux dans ce système. Partant, il se trouve impuissant à se prononcer sur l'identité ou la diversité de ces formes. S'il s'agit de corps isomorphes qui cristallisent dans les cinq autres systèmes, il semble

(1) Ouv. cité, p. 279. — Voir Mallard. Phénomènes optiques anormaux.

permis d'affirmer que l'isomorphisme ne comporte qu'une similitude de formes et non une véritable identité.

D'ailleurs cette similitude a sa raison d'être dans l'analogie de ces corps. Les sulfates, par exemple, du groupe Magnésien, qui cristallisent sous des formes rapprochées, ont tous la même formule moléculaire, et ne se différencient entre eux que par des éléments appartenant à une même famille naturelle.

*
* *

La densité. Les corps occupent tous dans l'espace un certain volume, mais, pris à volume égal, tous n'ont pas le même poids. Les physiciens dans l'évaluation des poids des corps ont pris l'eau comme unité de mesure, et ils appellent densité, ou poids spécifique, le poids du volume d'un corps liquide ou solide rapporté au poids d'un même volume d'eau, à une température et sous une pression communes. Or l'expérience démontre que chaque corps a une densité vraiment spécifique (1).

*
* *

L'état naturel. La plupart des substances inorganiques changent d'état selon les conditions physiques. Plusieurs corps solides deviennent succes-

(1) Voir le tableau des poids spécifiques des solides et des liquides. Daguin. Traité élémentaire de physique, p. 197.

sivement, par une augmentation de chaleur, liquides ou gazeux, et reviennent ensuite, par le refroidissement, à leur état primitif. L'hydrogène lui-même, réputé longtemps comme un gaz permanent, a pu se liquéfier à une température très basse. Néanmoins, dans les circonstances ordinaires de pression et de température, les corps ont chacun leur état naturel et constant ; celui-ci dépend de la cohésion qui s'exerce entre leurs dernières particules. Ainsi tel corps est liquide, tel autre est gazeux, tel autre est solide.

∴

Propriétés acoustiques. Quand les molécules d'un corps élastique ont été dérangées très peu de leur position d'équilibre, elles y reviennent dès qu'elles sont abandonnées à elles-mêmes, dépassent cette position, en vertu de la vitesse acquise, pour y revenir de nouveau et s'y arrêter après avoir accompli un certain nombre d'oscillations d'amplitude décroissante. Ces oscillations, quand elles sont très rapides, se nomment vibrations, et donnent naissance au son (1). Les propriétés acoustiques des corps varient donc avec leurs propriétés élastiques et leur structure moléculaire, car il est clair que la nature de ces mouvements alternatifs ou vibrations doit varier avec l'élasticité et la structure moléculaire du corps qui oscille.

(1) Ouv. cité, p. 511.

* * *

Propriétés calorifiques. Le coefficient de dilatation d'un corps solide, liquide ou gazeux est, en général, l'accroissement que prend l'unité de volume de ce corps, lorsque sa température s'élève de 0° à 1°. Ce coefficient diffère d'une substance à l'autre, mais il reste constamment le même pour une substance déterminée.

On a longtemps admis que tous les gaz se dilatent de la même manière pour une même variation de température, mais la loi de Gay-Lussac, qui énonce ce rapport, n'est qu'une loi limite. Il en est ainsi de la loi de Mariotte, d'après laquelle, la température restant la même, le volume d'un gaz quelconque serait en raison inverse de la pression. Les expériences de M. Régnault ont en effet démontré que les coefficients des masses gazeuses diffèrent réellement les uns des autres, quoique de quantités extrêmement petites, qui s'accentuent de moins en moins, à mesure que les gaz s'approchent de leur état gazeux parfait (1). Il est donc permis d'affirmer que tous les corps indistinctement ont leur coefficient spécifique de dilatation.

La chaleur spécifique. Si l'on prend pour unité de chaleur la caloric, c'est-à-dire la quantité nécessaire pour élever d'un degré la température d'un kilogramme d'eau, on reconnaît qu'il faut commu-

(1) Daguin. Traité élémentaire de physique, vol. II, p. 168 et 223. — Annales de chimie et de physique, 3e série, t. V, p. 68.

niquer aux masses égales de divers corps, un nombre différent de calories pour que leur température varie d'un degré. En un mot, les corps se diversifient par leur capacité calorifique ou leur chaleur spécifique.

Température de fusion ou de vaporisation. A pression constante, tout corps entre en fusion à une température déterminée, invariable, qui lui est propre. Mais l'action de la chaleur sur la matière peut aussi la faire passer de l'état liquide à l'état aériforme, produire le phénomène de vaporisation ou d'ébullition. Or, pour une pression donnée, la vaporisation ne commence qu'à une température fixe et spéciale pour chaque substance.

Chaleur latente de fusion et de vaporisation. Pendant toute la durée de ces phénomènes, quel que soit le calorique communiqué au corps, la chaleur sensible de celui-ci reste constamment la même. Le nombre de calories absorbées par un kilogramme de ce corps, pour passer sans élévation de température de l'état solide à l'état liquide, ou de celui-ci à l'état gazeux, mesure sa chaleur latente de fusion ou de vaporisation. Ce nombre varie d'une substance à l'autre.

La conductibilité. La vitesse avec laquelle la chaleur se transmet à travers un corps, dépend aussi de sa nature, ou, comme s'expriment les physiciens, la conductibilité des corps est spécifique.

Le pouvoir absorbant et émissif. Ces deux propriétés présentent également des caractères distinctifs. Exposez en effet, de la même manière, et à une

même source de chaleur, des substances différentes, chacune d'elles en absorbera des quantités diverses. De même, à température et à surface égale, chacune en émettra une quantité spéciale. Il y a donc lieu de leur attribuer un pouvoir absorbant et émissif spécifique.

*
* *

Phénomènes optiques. Les rayons lumineux qui tombent sur un corps poli se partagent en deux parties; les uns pénètrent dans la masse, les autres se relèvent comme repoussés par la surface. On dit alors qu'ils sont réfléchis. Les uns le sont d'une manière régulière, les autres le sont dans toutes les directions autour du point d'incidence.

Réflexion. Pour un même corps, l'intensité de la lumière réfléchie régulièrement, augmente avec le degré de poli et avec l'angle d'incidence que forment les rayons avec la surface réfléchissante. Mais pour des corps de nature différente, polis d'ailleurs avec le même soin et ayant le même angle d'incidence, l'intensité varie selon la substance (1).

On constate aussi des différences pour le phénomène de diffusion en tous sens.

La réfraction. Lorsque les rayons lumineux passent obliquement d'un milieu dans un autre, ils éprouvent une déviation, à laquelle on a donné le nom de réfraction. Or cette déviation change néces-

(1) Jamin. Cours de physique, vol. III, p. 24 et suiv.

sairement avec la substance qui fait fonction de milieu. C'est ce qu'exprime clairement la loi de la réfraction simple énoncée par les physiciens : - Quelle que soit l'obliquité du rayon, le sinus de l'angle d'incidence et le sinus de l'angle de réfraction sont dans un rapport constant pour deux mêmes milieux, mais variable si les milieux changent - (1).

La couleur des corps est produite par l'extinction de certaines parties de la lumière blanche, et par la réflexion des autres parties non éteintes. Ceux qui les réfléchissent toutes dans les proportions voulues sont blancs, ceux qui n'en réfléchissent aucune sont noirs. Entre ces deux limites extrêmes se présentent une infinité de nuances, suivant que les corps réfléchissent plus ou moins certaines parties et éteignent les autres.

En réalité aucun corps ne peut être coloré indépendamment de la lumière ; la couleur d'un objet peut même varier soit avec la source de lumière, soit avec le milieu, et paraître successivement rouge, orangé, jaune, etc. Mais il n'en est pas moins vrai que les corps ont la propriété naturelle d'absorber ou d'éteindre telle ou telle partie d'un faisceau lumineux, et de renvoyer à l'œil de l'observateur telle ou telle autre non absorbée. De la sorte, dans les circonstances ordinaires, chaque corps a sa couleur naturelle.

Le spectre d'émission et d'absorption. - Si l'on

(1) Jamin. Cours de physique, vol. III, p. 62.

reçoit dans une chambre obscure un faisceau de lumière solaire, à travers une petite ouverture pratiquée dans le volet. ce faisceau tend à former une image ronde et incolore du soleil; mais si l'on interpose sur son passage un prisme disposé horizontalement, le faisceau, à l'entrée et à la sortie du prisme, se réfracte, et, au lieu d'une image ronde et incolore, on reçoit, sur un écran éloigné, une image oblongue et colorée des teintes de l'arc-en-ciel. Newton a donné à cette image le nom de spectre solaire » (1).

En examinant le spectre solaire ainsi obtenu, on remarque qu'il est coupé par des raies sombres qui forment comme autant d'intervalles dans la bande brillante, et qui occupent dans le spectre une position bien définie. Ces raies tiennent à ce que certains gaz ou vapeurs placées sur le trajet de la lumière solaire absorbent une partie des radiations lumineuses. Ce sont des raies d'absorption.

L'expérience a établi que les raies brillantes produites par un gaz incandescent et les raies obscures tracées dans le spectre d'une lumière qui traverse ce même gaz, occupent dans le spectre des places absolument identiques. Le spectre d'émission n'est donc que le spectre d'absorption renversé.

La lumière nous fait ainsi connaître la nature d'un corps de deux façons; par les rayons lumineux qu'il émet directement, et par l'absorption de cer-

(1) Ganot. Traité élémentaire de physique, p. 495.

taines ondes du faisceau lumineux, que ce même corps détermine.

Les gaz de différente nature et les vapeurs des corps qui sont habituellement à l'état solide ou liquide, donnent lieu à des systèmes de raies soit obscures soit lumineuses, qui sont propres à chacun de ces corps, et qui diffèrent de l'un à l'autre (1).

∴

Les propriétés électriques. Lorsqu'on approche de certains corps légers un cylindre de verre que l'on a énergiquement frotté avec une étoffe de laine, on remarque que ces corps sont facilement attirés par le cylindre, s'y attachent et finissent bientôt par se séparer de lui par l'effet d'une répulsion qui, après le contact, succède immédiatement à l'attraction. On

(1) Quand on veut obtenir le spectre d'un métal engagé dans une combinaison, il est essentiel d'opérer à une température suffisamment élevée pour que le métal soit mis en liberté. S'il n'en était pas ainsi, le spectre serait celui de la combinaison, car celle-ci possède un spectre propre. C'est ce que M. Mitscherlich a d'abord montré sur divers chlorures métalliques volatilisés dans une flamme d'acide chlorydrique (Annales de chimie et de physique, 3e série, t. LXIX, p. 169). M. Diacon a opéré également sur de nombreux composés; tous ont déterminé un spectre spécial. Les chlorures ont donné un spectre différent de celui de leur métal, mais on pouvait distinguer cependant certaines raies spéciales à ce métal (Revue citée, 4e série, t. VI, p. 5). M. Dilbits, de son côté, a trouvé que les gaz composés fournissaient aussi un spectre caractéristique, tout comme les gaz simples. « On voit, écrit Daguin (Traité de physique, t. IV, p. 253), que les spectres des métaux publiés par divers physiciens ne sont caractéristiques de ces métaux que dans les conditions où les expériences ont été faites, et particulièrement à la température qu'ils ont employée... L'influence de la température et celle de l'état de combinaison sont surtout à considérer dans les recherches sur les raies caractéristiques des métalloïdes. Il faut toujours opérer à de hautes températures pour détruire les combinaisons étudiées. »

dit alors que ces corps ont été *électrisés* et on désigne sous le nom d'*électricité* la cause de ce phénomène.

L'électricité s'appelle *statique* ou *dynamique* selon qu'elle se manifeste sous forme de courants ou à l'état de tension.

Au point de vue des propriétés électriques, les corps se partagent encore en *bons* ou *mauvais conducteurs*, d'après l'aptitude qu'ils possèdent de transmettre aux corps voisins l'électricité développée en eux, ou de la retenir dans leur masse. De fait, il n'y a point de substance qui ne puisse être électrisée, mais il y a des corps isolants ou conducteurs, c'est-à-dire des corps qui gardent leur vertu électrique et d'autres qui la perdent. - La faculté de conduire l'électricité, dit M. Jamin (1), n'est point une propriété dont les corps sont absolument doués ou absolument dépourvus ; on peut dire qu'ils la possèdent tous mais à des degrés extrêmement divers, et on peut les ranger dans une série à peu près continue, par ordre de conductibilité décroissante, depuis ceux où elle est la plus grande et qui sont les meilleurs conducteurs, jusqu'à d'autres où elle n'est plus sensible et qui sont les substances isolantes : on verra que généralement la faculté conductrice est une propriété inhérente à la nature même des corps, mais cela n'est pas absolu et l'état moléculaire a ici une influence considérable. -

Propriétés magnétiques.

On donne le nom général d'*aimant* à tout corps

(1) Cours de physique, vol. I, p. 361.

qui a la propriété d'attirer la limaille de fer. Certains corps possèdent naturellement cette propriété et s'appellent des *aimants naturels*. D'autres, tels que l'acier ou les échantillons de fer plus ou moins pur, peuvent la recevoir à l'aide de certains procédés et devenir ainsi des aimants artificiels.

On entend par magnétisme l'ensemble des phénomènes auxquels donnent lieu les aimants.

D'une manière générale, il est permis d'affirmer que toutes les substances de la nature sont sensibles à l'action magnétique, et que les corps présentent à ce point de vue des aptitudes très différentes. MM. Plucker (1) et Faraday (2) ont en effet opéré sur un très grand nombre de substances solides et liquides, et malgré la diversité des méthodes employées, tous deux sont parvenus à établir que chaque corps examiné possédait réellement son magnétisme spécifique. D'autres travaux touchant le pouvoir magnétique des corps gazeux tendent également à confirmer de plus en plus ce même fait.

Le magnétisme a des analogies frappantes avec l'électricité statique, et bon nombre de physiciens modernes sont portés à croire qu'il n'est qu'une manifestation particulière de la force électrique. D'après la théorie, les particules des aimants sont entourées de petits courants circulaires perpendiculaires à l'axe de l'aimant, et tous dirigés dans le

(1) Annales de chimie et de physique, 3e série, t. III, p. 138.
(2) Bibl. de Genève, t. XXIII, p. 105, et Rech. expér., t. III, p. 497.

même sens; ces courants, désignés sous le nom de courants d'Ampère existent dans les substances simplement magnétiques, mais leurs plans n'ont aucune direction, de manière que les actions qu'ils tendent à produire s'entre-détruisent. L'aimantation aurait donc pour effet de leur donner les directions qu'ils possèdent dans les aimants (1).

Certains physiciens cependant ne partagent pas cet avis. « Ces phénomènes, écrivent MM. Mascart et Jouffret, ont une ressemblance évidente avec ceux de l'électricité statique. Toutefois l'analogie n'est pas complète et l'observation révèle des différences essentielles » (2).

§ 2. Le mécanisme explique-t-il les faits de l'ordre physique.

La conclusion qui se dégage de l'étude des phénomènes physiques, c'est que les corps de la nature se révèlent à nous avec tout un ensemble de propriétés qui les caractérisent, et leur donnent une place déterminée dans la série des êtres. Forme cristalline, état naturel, densité, propriétés acoustiques, calorifiques et optiques, électriques et magnétiques, voilà autant de critériums de diversification au service du physicien et du minéralogiste.

Si le mécanisme est vrai, ce serait donc à une simple différence de masse et de mouvement qu'il

(1) Daguin. Cours de physique, vol. III, p. 657.
(2) Leçons sur l'électricité et le magnétisme, vol. I, p. 320.

faudrait rattacher la spécificité de tous ces phénomènes. Est-ce bien admissible?

Prenons d'abord la forme cristalline. Pour expliquer ce fait, avons-nous vu, les savants attribuent à la molécule même la forme spécifique du cristal entier. Le point délicat dans le phénomène de cristallisation n'est pas de savoir comment, en vertu des lois générales de l'attraction, ces embryons cristallins, déjà formés, peuvent constituer le cristal sensible. Cette formation ne présente aucune difficulté; mais ce qu'il importe d'expliquer, c'est la genèse de l'embryon lui-même. La molécule de tout corps, dit-on, consiste en un simple agrégat d'atomes équilibrés. D'où vient que les masses atomiques les plus diverses, mues par le mouvement local, donnent lieu aux formes géométriques régulières de la molécule? Suppose-t-on les atomes en possession d'une forme cristalline parfaitement compatible avec la forme du composé qu'ils engendrent? Mais combien n'existe-t-il pas de corps combinés dont la forme se trouve irréductible à celles de leurs constituants! La simple réunion ou juxtaposition des générateurs de la molécule ne suffit donc pas à déterminer la forme moléculaire.

Les atomes, dira-t-on peut-être, ne revêtent la forme cristalline que dans la synthèse, et le polyèdre moléculaire résulte de l'équilibre interatomique. De nouveau, l'explication n'est pas plus heureuse. Pour justifier en effet cette opinion, il faudrait tout d'abord établir qu'il existe une relation nécessaire entre cet

équilibre et la forme déterminée de la molécule. Or dans maints cas la combinaison a lieu sans que le phénomène de cristallisation se produise. De plus, quel atomiste oserait affirmer qu'un composé donné ne comporte qu'un seul arrangement d'atomes? Dès lors la variation des positions relatives des atomes devrait avoir pour résultat un changement de forme cristalline et la structure spécifique n'aurait plus rien de constant.

D'ailleurs, si les atomes avant leur union dans la synthèse ne sont pas cristallisés, on se demande en vertu de quel principe directif chacun d'eux va modifier ses contours, s'allonger, se rétrécir selon les exigences de la forme cristalline commune.

Veut-on considérer les autres phénomènes physiques? La réduction de toutes ces propriétés à la masse et au mouvement n'est guère plus compréhensible. L'opposition même de caractères entre les diversités qualitatives de ces phénomènes et la simple différence quantitative de masse et de mouvement paraît tellement grande, que leur identification semble vraiment insoutenable. Sans doute, personne ne le nie, tout phénomène physique présente un aspect mécanique; mais avant de décider, au mépris d'apparences favorables à notre thèse, qu'en cela seul consiste toute sa réalité, il faudrait des preuves plus complètes que celles que l'on fournit. Jusqu'ici, nous espérons le montrer plus tard, les arguments en faveur de la thèse mécaniste sont loin de l'établir.

Au reste, on pourrait demander aussi à l'atomiste

la cause du retour invariable de cet ensemble de propriétés caractéristiques, toujours déterminément attachées à telle substance particulière. Expliquer la récurrence des espèces chimiques, considérées au point de vue de l'espèce et du nombre d'atomes qu'elles renferment, ce n'est pas encore justifier le retour de ces caractères physiques; car, dans la théorie, le mouvement destiné à enchaîner les masses atomiques ne saurait avoir de liaison naturelle avec les multiples mouvements qui constitueraient ces propriétés. Le premier fait fût-il justifié, il resterait encore à rendre compte de cette connexion constante. Les difficultés soulevées à ce sujet contre le mécanisme sur le terrain de la chimie viennent donc s'accentuer ici.

⁂

Le principe de la conservation de l'énergie. Il nous reste à examiner un principe que la physique moderne place au premier rang de ses découvertes : le principe de la conservation de l'énergie. Inutile d'entrer dans les détails auxquels donne lieu son exposé scientifique. Qu'il nous suffise d'en comprendre le sens, afin de pouvoir le mettre en regard de la théorie atomique (1).

(1) Nous conserverons à ce principe sa physionomie originelle et le sens que lui donnent les partisans du mécanisme, afin de montrer comment la théorie atomique se met elle-même en désaccord avec ses propres principes; mais nous n'avons nullement l'intention de nous déclarer les partisans des idées des mécanistes touchant les causes d'activité des êtres matériels, ou d'attribuer toute l'énergie soit au mouvement soit à la simple position des masses.

L'énergie, en général, désigne en mécanique l'ensemble des causes qui, dans un système matériel, sont aptes à produire des effets mécaniques. Mais les corps de la nature peuvent être doués d'énergie soit qu'on les considère en repos, soit qu'on les considère en mouvement.

La puissance que possède un corps en mouvement de déterminer un effet mécanique, se désigne sous le nom d'*énergie actuelle.*

Celle que possède un corps même en repos, à raison de la position qu'il occupe, s'appelle énergie *potentielle* ou de position (1).

Si, par exemple, on suspend un poids à la hauteur de 5 mètres, ce poids, quoique immobile, est doué d'une véritable énergie. Brisez en effet les liens qui le retiennent, aussitôt vous le verrez tomber, et, par sa chute, déterminer le mouvement d'une machine, écraser les objets qu'il rencontre sur son passage, s'enfoncer dans le sol qui l'arrête. Il existait dans ce corps en repos une véritable énergie de position.

Mais pendant l'acte de la chute le corps en mouvement possède une autre énergie, c'est l'énergie en action ou actuelle (2).

A mesure qu'il s'éloigne de sa position d'équilibre et qu'il se rapproche du sol, l'énergie potentielle diminue, mais l'énergie actuelle augmente proportionnellement. Ces deux quantités peuvent varier, se substituer l'une à l'autre, mais tandis que l'une

(1) Jouffret. Introduction à la théorie de l'énergie, p. 85.
(2) Tyndall. La chaleur comme mode de mouvement, p. 129.

diminue, l'autre gagne exactement ce que la première a perdu. Par le fait de cette substitution équivalente, la somme des deux énergies, l'actuelle et la potentielle, ou *énergie totale*, reste donc constante, pourvu qu'il n'intervienne aucune force extérieure au système de corps qu'on examine. Cette proposition a reçu en mécanique le nom de « principe de la conservation de l'énergie » (1).

(1) Nous ajoutons ici quelques détails pour ceux de nos lecteurs qui voudraient avoir une connaissance plus complète de cette loi :

La *vitesse* d'un corps en mouvement, c'est la longueur que parcourt ce corps pendant l'unité du temps.

On appelle *force*, en mécanique, toute cause qui produit ou tend à produire un mouvement ou une modification de mouvement.

La *masse* d'un corps, c'est la quantité de matière que ce corps renferme, évaluée par sa quantité d'inertie, c'est-à-dire par la résistance que le corps oppose à un mouvement déterminé.

Le *travail* d'une force, c'est le produit de l'intensité de la force par le chemin que parcourt son point d'application lorsqu'il est déplacé suivant la direction de la force.

La force vive : L'intensité d'une force (F) dépend du produit de la masse (m) qu'elle met en mouvement, multiplié par la vitesse (v) qu'elle lui communique. D'où F = mv. Le chemin parcouru (e) par une masse (m) partant du repos et soumise à une force (F) durant un certain temps est égal à la moitié de la vitesse acquise par cette masse. D'où $e = \frac{v}{2}$. Le travail de la force F est donc égal à $F \times e = mv \times \frac{v}{2} = \frac{mv^2}{2}$. Cette expression $\frac{mv^2}{2}$ désigne la force vive du point m.

Principe de la conservation de l'énergie totale :

Si l'on admet que les actions réciproques de deux particules matérielles sont mesurées par le produit des masses multiplié par une fonction inconnue de leur distance, le principe de la conservation de l'énergie, dans un système donné, considéré à deux moments différents, peut s'énoncer de la manière suivante :

$$\left(\Sigma \frac{mv^2}{2} + \Pi\right) - \left(\Sigma \frac{mv_0^2}{2} + \Pi_0\right) = \Sigma\, T\, Fe.$$

$\Sigma \frac{mv^2}{2}$ représente la somme des forces vives des particules du système matériel considéré à l'époque finale ; Π est une fonction de la position des points matériels à cette même époque.

Or, n'est-il pas étrange que sur ce terrain spécialement favorable au mécanisme, cette théorie vienne se heurter au principe qui semble devoir lui servir d'appui ?

S'il n'y a dans l'Univers matériel que deux réalités distinctes : la masse inerte et le mouvement local qui lui communique son activité ; si les forces de pesanteur, de gravitation et d'attraction relèvent comme le dit M. Saigey (1) du simple ébranlement de l'éther par les corps pesants, ou, selon le P. Secchi (2), de la rupture d'équilibre de l'éther due à l'inégale diffusion de ce corps dans l'espace, où trouver une place pour cette forme tranquille d'énergie qu'on appelle potentielle ? Evidemment, seule l'énergie actuelle sera mise en ligne de compte contrairement aux exigences du principe énoncé. Cependant, répétons-le, ce qu'il exige ce n'est point la conservation de la quantité actuelle de mouvement, mais

$\Sigma \frac{mv_0^2}{2}$ représente la somme des forces vives possédées par le système à l'époque initiale ; Π_0 est une fonction de la position initiale des particules de ce même système.

$\Sigma\ T$ Fe est la somme des travaux des forces extérieures qui agissent sur le système durant le temps qui s'écoule entre les deux époques.

Π s'appelle l'énergie poteutielle.

$\frac{mv^2}{2}$ s'appelle l'énergie actuelle.

La somme de ces deux énergies s'appelle l'énergie totale.

Comme le montre la formule donnée plus haut, la somme des travaux des forces extérieures agissant sur un systeme, est donc égale à la variation de l'énergie totale de ce système.

Par conséquent, dans le cas où aucune force extérieure ne vient modifier l'énergie d'un système déterminé, celui-ci, laissé à lui même, conserve toujours la même énergie totale.

(1) La physique moderue, p. 145.

(2) Unité des forces physiques, p. 533.

celle de l'énergie totale qui implique clairement que la tension puisse se substituer au mouvement. En d'autres termes, il suppose qu'indépendamment de tout mouvement, les corps peuvent posséder, à raison de leur position, une véritable énergie (1).

Après avoir suivi le mécanisme sur le terrain des faits, il nous est ainsi donné de le voir en opposition avec lui-même et de constater une fois de plus que l'enthousiasme avec lequel on se livre à la défense d'une théorie n'est pas toujours le critérium de sa valeur scientifique ou de la logique de ses principes. Mais le mécanisme se trouve encore soumis à d'autres conditions. Comme toute théorie qui prétend à la vérité, il doit se concilier avec les données certaines des autres sciences, quel que soit leur domaine. Nous examinerons donc dans l'article suivant si la critique philosophique du système lui est plus avantageuse.

Art. III. Le Mécanisme au point de vue philosophique.

Que faut-il penser d'abord du dogme fondamental du système : le mouvement est une force, il est le seul principe d'activité de la nature matérielle?

Le mouvement, au sens rigoureux du mot, désigne un changement successif. Aristote le définit : l'acte d'un être en puissance en tant qu'il est encore en puissance. Le mouvement, dit-il, est un *acte*. Ce

(1) Verdet. Théorie mécanique de la chaleur, t. I, p. 4-14.

n'est pas la simple *puissance* d'agir ou de recevoir. Nul ne dira d'une pierre immobile, susceptible d'être lancée dans l'espace, qu'elle possède déjà le mouvement; elle n'a que la puissance d'être soumise au mouvement, et celui-ci commencera avec la réalisation de cette même puissance. C'est donc l'acte d'une chose en puissance. Cependant, cette réalité ne peut être quelque chose d'achevé ou de complet sous tous rapports. Si nous considérons la pierre qu'on a lancée dans l'espace au moment où elle occupe déjà, immobile, sa position nouvelle, on pourra bien dire qu'elle a été mue, mais elle ne sera plus en mouvement. Pour la concevoir dans l'état de mouvement, il faut se la représenter comme s'acheminant encore vers une position ultérieure. L'acte réel qui constitue le mouvement se présente ainsi tout à la fois comme la réalisation d'une puissance antérieure et un acheminement vers un acte ultérieur. Voilà pourquoi Aristote ajoute : *en tant qu'il est en puissance* (1).

Cela posé, le mouvement, disons-nous, n'est jamais une force; en d'autres termes, le corps, en vertu du simple mouvement local, ne saurait réaliser un effet quelconque dans un autre corps. C'est, on le voit, l'antithèse de la proposition mécaniste.

Le mouvement, considéré dans ce qu'il a de réel, se réduit à cet acte, à cette détermination continue,

(1) Nous restreignons ici la définition d'Aristote au mouvement local; c'est le seul qui nous intéresse actuellement; elle s'applique aussi aux autres mouvements appelés dans l'école « altération » « accroissement » « décroissance ».

par laquelle un mobile se trouve à chaque instant dans un lieu différent. Or quel est l'effet propre et immédiat de cette actuation du mobile prise à tel moment déterminé ? Cette actuation ne consiste nullement à communiquer au corps la puissance active d'acquérir une position différente de celle qu'il occupe en la recevant. Dans cette hypothèse, on concevrait qu'un point matériel, en vertu même du mouvement qui l'agite, puisse déterminer au mouvement un autre point matériel. Mais tel n'est point l'effet de cette détermination. Le corps qui la reçoit acquiert, en la recevant, sa position nouvelle et rien de plus. Si l'actuation successive venait subitement à cesser, il resterait parfaitement en repos et occuperait la place déterminée par son dernier acte. S'il continue sa marche, c'est grâce à la *réception* ininterrompue de cette même actuation.

Toute l'efficience du mouvement local se ramène donc uniquement au changement de position du mobile où il existe, sans présenter aucun indice de force proprement dite ou de puissance d'action.

La raison pour laquelle on est tenté de considérer le mouvement local comme une force, c'est qu'à tout corps en mouvement appartient la puissance de produire des effets mécaniques. Lorsqu'une balle, lancée par une arme à feu, vient s'enfoncer profondément dans une pièce de bois, c'est au mouvement local de la balle que nous rapportons tout naturellement la compression du bois. Nous nous laissons alors conduire par les sens et l'imagination, et nullement

par la raison. Le mouvement local n'est jamais cause productrice d'un effet; il y a dans la balle une énergie réelle distincte de ce mouvement. Cette énergie, destinée par nature à mouvoir le corps qui l'a reçue, continue nécessairement cet effet, c'est-à-dire le mouvement de translation de ce corps; lors du contact, elle déploie son activité sur l'élément résistant jusqu'à son épuisement complet. C'est à cette énergie motrice qu'est due la compression dont il s'agit.

Et l'on ne peut sérieusement nier le fondement réel d'une pareille distinction entre cette énergie motrice et le mouvement local, car une telle opposition de caractères les sépare, qu'il n'est pas permis de les confondre. La note caractéristique du mouvement local, en effet, consiste dans la succession ininterrompue de positions; la force motrice, au contraire, reste constamment la même malgré cette succession continue qu'elle détermine. Dans le cas supposé plus haut, lorsque la balle est soustraite à l'influence de son moteur, elle en a déjà reçu toute son énergie; pendant toute la durée de son parcours, elle reçoit au contraire sans interruption les actes nouveaux, constitutifs de son mouvement. L'énergie motrice est donc essentiellement distincte du simple mouvement local; l'une est force, l'autre n'est jamais un principe d'activité.

Mais ici les partisans de la théorie mécanique nous arrêtent. Nous avons le grand tort, à leurs yeux, de ne pas tenir compte de la masse : « La

masse animée de vitesse, dit le P. Secchi, est quelque chose de plus que le simple mouvement, c'est une force dans la large acception du mot » (1). L'objection aurait sans doute sa valeur si, indépendamment du mouvement, la masse était douée d'une force quelconque. Malheureusement, dans la théorie elle est absolument inerte; le seul principe d'activité c'est le mouvement local. Dans l'appréciation de la force la masse ne peut donc intervenir à titre d'élément constitutif, mais uniquement comme substrat du mouvement local.

Le mécanisme défend en second lieu la possibilité pour le mouvement de se transmettre d'un corps à l'autre.

Lorsqu'un corps en mouvement heurte un autre corps en repos, ou doué d'un mouvement différent en grandeur ou en direction, il y a toujours apparemment soit partage, soit échange de mouvement. L'un gagne en vitesse ce que l'autre a perdu. Le mouvement étant là, nous trouvons de nouveau fort naturel qu'il passe d'un corps à l'autre, qu'il se continue sous une forme ou sous une autre. Cette manière d'interpréter ce phénomène a reçu son expression fidèle dans la plupart des ouvrages scientifiques de notre temps. Il se fait, dit-on, une transmission du mouvement.

L'analyse du phénomène nous montre aisément qu'une telle transmission est absolument impossible. La rencontre de deux corps peut avoir pour résultat

(1) L'unité des forces physiques, p. 13.

le repos du moteur et la mise en mouvement du mobile. Au même instant où s'arrête le moteur, le dernier acte constitutif de son mouvement, jusqu'alors incomplet, arrive à son terme, et donne au corps la position tranquille qu'il occupe. D'où vient le mouvement du mobile? Serait-ce de la série des positions occupées antérieurement par le moteur? Il les a abandonnées une à une dans le parcours, et, des actes successifs qui lui ont communiqué ces différentes positions, il ne reste plus rien. Consiste-t-il peut-être dans les positions ultérieures que le moteur aurait pu recevoir? Pas davantage; cette série d'actuations possibles n'ayant jamais existé dans le moteur, comment de celui-ci pourraient-elles passer dans le mobile?

D'ailleurs, nous l'avons vu, toute la réalité du mouvement se réduit à une détermination accidentelle du mobile. Or il est naturellement impossible qu'une réalité de ce genre, intrinsèquement dépendante de la substance, puisse émigrer d'un corps à l'autre. Si donc le mobile a passé de l'état de repos au mouvement local, c'est grâce à l'impulsion reçue de la force du moteur, et nullement à raison d'une transmission du mouvement. Si le moteur lui-même s'est trouvé en repos à la suite du choc, l'unique raison s'en trouve dans la destruction de l'énergie motrice dont il était animé. En exerçant, en effet, son activité sur le mobile, il y a provoqué l'essor d'une force de résistance égale et opposée. Et cette réaction même, en détruisant l'énergie du moteur, a eu

pour résultat nécessaire la cessation du mouvement dont cette énergie était la cause.

Enfin la théorie mécanique renferme une troisième proposition également inadmissible : c'est la transformation du mouvement local en lumière, chaleur, magnétisme, électricité, etc. Le mouvement local est une série d'actes incomplets par lesquels le corps se trouve à chaque instant dans un lieu différent. Cette série d'actes peut être considérée de deux façons, soit au point de vue de la rapidité de leur succession dans le corps en mouvement, soit au point de vue de la direction que le corps suit en les recevant. Si le mouvement local, comme on l'affirme, était susceptible d'une transformation, celle-ci devrait évidemment se produire dans ces actes mêmes, car en eux seuls réside toute la réalité du mouvement. Cela posé, considérons d'abord le changement de direction du mouvement. A la suite d'une impulsion tangentielle tel corps en mouvement prend une direction oblique par rapport à sa direction antérieure. Que s'est-il passé dans ce phénomène ? L'acte qui donnait au corps sa position dernière dans la première voie a été simplement remplacé par un acte nouveau qui l'a constitué dans sa voie nouvelle. Et dans cette série de positions ou d'actes constitutifs de son mouvement actuel, il ne reste absolument plus rien des positions antérieures qu'il occupait dans la direction précédente. Il y a donc substitution d'un mouvement à un autre mouvement, mais nullement transformation : toute transformation exige

nécessairement qu'une partie de la réalité transformée demeure dans le résultat de la transformation. Or il est évident que ces conditions ne se réalisent pas dans le phénomène décrit. Il en est absolument de même du changement opéré dans la vitesse d'un corps en mouvement. Tel corps animé d'une vitesse de dix mètres à la seconde reçoit une impulsion qui lui donne une vitesse de cent mètres. A la série continue de positions occupées par le corps pendant la seconde précédente, et en vertu desquelles il avait parcouru l'espace de dix mètres, succède une série nouvelle qui lui fait parcourir un espace de cent mètres. Encore une fois, la série nouvelle ne renferme absolument plus rien des séries antérieures; partant, il y a substitution et non transformation. Sans doute il s'est produit un changement véritable, mais c'est dans la cause du mouvement qu'il a eu lieu. Dans le premier cas l'impulsion tangentielle, en changeant le point d'application de la force motrice du mobile, a détruit une partie de celle-ci et s'est ajoutée à la force restante pour incliner le corps dans sa direction nouvelle. Dans le second cas, l'énergie primitive du mobile a été renforcée par la force motrice communiquée, et la succession de positions qui en est l'effet devient plus rapide. Que le corps soit donc animé successivement d'un mouvement de translation, de vibration ou de rotation, jamais il n'y a, dans aucun de ces cas, une transformation de mouvement. La transformation du mouvement en électricité,

force magnétique, lumière et chaleur, comme le soutient l'hypothèse mécaniste, est par conséquent un non sens. D'ailleurs, fût-elle possible, elle ne pourrait se faire sans l'intervention d'une force distincte du mouvement, et alors encore faudrait-il se demander comment cette force a l'étrange propriété de transformer le mouvement en phénomènes qui sont absolument irréductibles entre eux, tels que le son, la lumière, etc.

Voilà pourquoi la réduction de tous les phénomènes de la nature au mouvement local transformé est démentie par un fait psychique que le partisan du mécanisme doit reconnaître avec nous. La conscience nous avertit que nous sommes constamment en rapport avec une multitude de phénomènes les plus divers. Ces mille teintes si variées des corps de la nature, cette chaleur qui impressionne nos organes, ces sons harmonieux qui flattent l'ouïe sont bien apparemment, pour chacun de nous, des phénomènes irréductibles entre eux. Nous pouvons les considérer de plus près, les comparer l'un à l'autre, éloigner toutes les causes capables de troubler l'exercice normal de nos sens et de fausser le jugement de la raison; ces mêmes phénomènes ne nous manifesteront pas moins leur caractère spécifique. On tenterait vainement de réduire ces couleurs si diverses à un simple mouvement local, d'identifier le coloris de la feuille qui tombe avec le mouvement qui l'agite dans sa chute, de ramener les sons et la chaleur à des quantités différentes

d'un même mouvement, la conscience sensible ne cessera d'opposer à ces prétentions un solennel démenti.

Si le mécanisme était vrai, il ne nous resterait plus qu'à recourir, avec Descartes, à l'existence d'un mauvais génie, pour lui attribuer la cause des hallucinations de nos sens abusés.

CHAPITRE III.

L'hypothèse scolastique.

Cette conception philosophique a des origines très reculées. On la connaissait déjà avant Aristote, qui fut toutefois le premier à lui donner sa forme scientifique. On la retrouve, aux premiers âges chrétiens, dans les œuvres des Pères de l'Église, en particulier dans le livre des Confessions et dans les Dialogues de saint Augustin. Enfin, elle fut communément acceptée par les philosophes scolastiques et les docteurs du moyen-âge, dont saint Thomas est le représentant le plus autorisé.

Ce système peut se ramener à trois propositions fondamentales.

Les corps simples et les composés chimiques sont des êtres doués d'une véritable unité substantielle, spécifiquement distincts les uns des autres, et naturellement étendus.

Ces êtres possèdent des puissances actives et des puissances passives qui émanent de leur fond et lui sont indivisiblement unies.

Ils tendent d'une manière stable à certaines fins

spéciales qu'ils réalisent par l'exercice de ces mêmes puissances (1).

De ces principes généraux se déduit un corollaire important : c'est la transformation substantielle des corps. Une fois posée l'unité des substances chimiquement composées, et leur distinction spécifique d'avec les éléments intervenus dans leur formation, on ne peut se refuser à admettre que ces éléments générateurs doivent, dans leur synthèse, revêtir un état substantiel nouveau.

Cet exposé succinct demande quelques développements.

Le procédé le plus simple et le plus efficace pour faire entendre exactement tout le système scolastique, c'est l'analyse de la transformation substantielle ; car de cette conception bien comprise et sainement interprétée découlent, par voie de conséquence logique, toutes les vérités contenues dans la théorie thomiste sur la nature des corps.

Précisons-en le sens et la portée (2).

Pour qu'il y ait transformation d'un être en un autre, deux choses sont absolument requises : il faut d'abord qu'une partie de cet être persiste à travers la succession des changements, jusque dans le terme des modifications par où il passe ; sinon, la substance

(1) St-Thomas Cont. gent. l. IV, c. 19. « Res naturalis per formam qua perficitur in sua specie habet inclinationem in proprias operationes et proprium finem quem per operationes consequitur : quale enim est unumquodque, talia operatur et in sibi convenientia tendit. »

(2) Conf. cl. De San, Inst. methaph. spec. t. 1. Cosm. p. 169. — — P. Cornoldi, Inst. phil. specul , lect. XXII. — Em. Zigliara, Summa phil., p. 69. — Domet de Vorges, Ann. de phil. chrét. 1888.

prétendûment soumise à cette transmutation disparaîtrait totalement, pour faire place à une substance entièrement nouvelle, qui proviendrait du néant. Au lieu d'une transformation, ce serait l'annihilation d'une substance accompagnée de la création d'une autre.

D'autre part, si cet être ne perd pas une partie vraiment constitutive de son essence, en échange d'un autre élément qui lui soit également essentiel, on ne peut le dire transformé, car le changement, ne l'atteignant pas dans son fond, ne donne pas, à parler rigoureusement, naissance à un nouvel être.

On comprend dès lors cette formule fondamentale qui résume la théorie : tous les corps capables de subir un pareil changement renferment nécessairement, malgré leur unité essentielle, deux éléments constitutifs : l'un variable et susceptible d'être remplacé successivement par des déterminations substantielles nouvelles, l'autre servant de *substratum*, c'est-à-dire de fond commun, à ces mêmes réalités. Les scolastiques donnaient à ce substratum le nom de « *matière première* » par opposition au corps existant déjà dans la nature, qu'ils appelaient « *matière seconde*. » Et cette autre réalité qui, par son union avec la matière première, en fait telle ou telle substance déterminée, s'appelait la « forme substantielle. »

Nous avons à examiner de plus près ces deux éléments constitutifs de l'être corporel.

La matière première.

La matière première, pour nous servir du langage de l'École, c'est le substrat réceptif des formes essentielles. C'est une partie de la substance, mais elle est incapable de constituer à elle seule aucun corps de la nature. Dans la théorie scolastique, tous les corps, même les éléments simples de la chimie, comme l'Hydrogène ou l'Oxygène, n'ont leur nature distinctive que grâce à la détermination de cette matière par un principe spécifique d'information.

Destiné, à titre de fond commun, à recevoir ces formes essentielles, et ultérieurement toutes les propriétés accidentelles, cet élément doit être par lui-même une réalité indéterminée, dont l'actualisation première et fondamentale vient de la forme.

Toutefois, ne l'oublions pas : l'abstraction qui nous fait regarder à part la matière première n'est pas une séparation réelle, elle n'est que mentale ; et si nous considérons dans un corps existant une partie sans l'autre, il n'en est pas moins vrai que l'une dépend intrinsèquement de l'autre pour exister, et que la matière qu'il nous plaît de considérer sans la forme, est, de fait, toujours déterminée par elle à une espèce particulière. Il n'y a donc pas lieu de se demander comment une réalité indéterminée pourrait se trouver dans la nature.

On comprend aussi aisément que le créateur n'a point appelé à l'existence une matière informe, pour

en façonner ensuite les diverses substances du monde inorganique. Au contraire, à l'état initial elle s'est trouvée directement unie aux formes essentielles de quelques corps simples, dont la combinaison devait produire les multiples composés de la chimie.

La matière n'existera donc jamais en dehors du corps ou privée de tout principe spécifique. Néanmoins, *dans la pensée*, elle précède la forme qui la détermine ; elle est en effet le sujet qui reçoit, et par conséquent, elle est logiquement antérieure à la chose reçue.

La description que nous venons de donner de cet élément matériel nous dit aussi quelle connaissance nous pouvons en avoir. L'objet de nos perceptions sensibles est toujours quelque chose de concret et de déterminé : ce sont les phénomènes individuels inhérents aux substances corporelles, ou mieux les corps manifestés par ces phénomènes. L'imagination et les sens internes, à leur tour, ne peuvent reproduire que les objets perçus préalablement par les sens externes. Ce serait donc en vain qu'on essaierait de se représenter sensiblement ce fond persistant, cet élément consubstantiel, par lui-même indéterminé, et privé de toutes les propriétés qui distinguent les corps.

La raison, et la raison seule, peut le connaître. Elle n'en a même pas un concept propre et immédiat, puisque son objet propre est l'être corporel. C'est uniquement par voie de raisonnement et par l'analyse de la transformation substantielle, qu'elle

parvient à s'en faire une idée en partie positive, en partie négative, à le concevoir comme un sujet incomplet servant de substrat aux types spécifiques du monde matériel (1).

La forme.

Le second élément constitutif de la substance c'est la forme. A cette notion la philosophie, d'accord avec le langage vulgaire, attache l'idée de détermination. Mais il y a dans les corps deux sortes de déterminations. Les unes présupposent la substance déjà toute formée ; elles s'y ajoutent pour lui donner un perfectionnement secondaire qui n'entre jamais dans sa constitution intime. Ces sont des *formes accidentelles* ou simplement des *accidents*. Les autres, au contraire, plus profondes, concourent à la formation même de l'être. On les appelle des *formes substantielles*.

La forme n'est autre chose que cette partie de la

(1) Pour se former le concept universel de la matière première il faut se représenter le substratum matériel à part de toutes les formes particulières avec lesquelles il se trouve toujours uni dans la réalité. Ainsi conçu, il implique seulement une relation avec une forme quelconque, et l'on peut dire en toute vérité qu'il est apte à devenir tout corps de la nature. Il en est autrement si on le considère déjà réalisé dans telle ou telle substance particulière. Dans ce cas, l'évolution de cet élément matériel peut être très restreinte, car elle dépend de la nature du corps où il se trouve, et des principes qui régissent les transformations des êtres. Ainsi, les substances élémentaires de la chimie ne peuvent se transformer les unes dans les autres ; la matière de l'Hydrogène par exemple n'est point susceptible d'être informée par la forme spécifique de l'Oxygène. Lorsque ces deux corps s'unissent suivant leurs affinités natives, à raison du principe d'action et de réaction, ils s'altèrent mutuellement et donnent nécessairement naissance à une forme nouvelle, essentiellement distincte de leurs formes individuelles.

substance, cette réalité qui, en s'unissant à l'élément matériel, ou fond commun, le détermine à devenir avec elle un corps d'une espèce définie. Elle est le principe spécifique des êtres de la nature. En d'autres termes, la différence essentielle entre les multiples espèces tient à la diversité des formes.

Mais les substances corporelles, depuis les corps simples de la chimie jusqu'aux animaux les plus parfaits, forment une échelle graduée de perfections essentielles. C'est pourquoi l'École admet une hiérarchie de formes dont chacune communique au corps qu'elle détermine, avec sa perfection caractéristique, toutes les perfections des êtres inférieurs(1).

Néanmoins, malgré sa supériorité sur l'élément matériel, ce principe spécifique n'est qu'une substance incomplète, car le corps résulte de l'union de ces deux éléments.

La matière dépend de la forme en ce sens qu'elle trouve dans la forme ce qui lui manque pour qu'elle puisse exister, savoir la détermination. De même la forme corporelle a besoin de la matière comme d'un sujet en dehors duquel elle ne peut ni naître ni exister (2). Lorsqu'elle actue ce sujet matériel, elle n'agit donc pas sur lui à la façon d'une cause efficiente qui produirait un effet en dehors d'elle-même, mais elle s'y communique tout entière et lui reste intimement unie.

Le rôle essentiel de la forme, on le voit, c'est de

(1) S. Thomas. Quaest. de anima, art. 9. Cfr. Dr Van Weddingen, Albert-le-Grand, d'après son plus récent critique, p. 37 et suiv.
(2) Kleutgen, La philosophie scolastique, t. III, p. 303.

déterminer l'être substantiel des choses. On peut dès lors concevoir combien serait inutile la présence de plusieurs formes dans une même substance corporelle.

D'ailleurs, cette hypothèse n'est même pas admissible. Supposons, en effet, que deux principes spécifiques d'information viennent à déterminer successivement la même matière; par le premier, l'être complet serait déjà constitué; partant le second ne pourrait être qu'accidentel, car, tout ce qui s'ajoute à la substance est nécessairement un accident.

On se heurterait à des inconvénients tout aussi graves si l'on admettait que ces informations se font d'une manière simultanée. Cette pluralité de principes spécifiques s'oppose en effet à l'unité de l'être. Car puisque chacun d'eux détermine et constitue avec le sujet matériel ou fond consubstantiel une substance individuelle, ce même sujet appartiendrait simultanément à plusieurs corps distincts, voire même à plusieurs espèces, si ces principes étaient spécifiquement différents.

A ces raisons les scolastiques ajoutaient un argument dont nous aurons d'ailleurs l'occasion de vérifier la valeur : c'est que pour que l'élément matériel puisse recevoir une information nouvelle, il faut que le corps où il se trouve revête certaines dispositions spéciales appropriées à la réception de cette forme déterminée. Dans le cas d'une actuation simultanée par deux formes essentielles distinctes, il devrait donc présenter en même temps des dispo-

sitions contraires. Une telle supposition est évidemment insoutenable.

Inutile encore de supposer que l'une de ces formes dépend intrinsèquement de l'autre, qu'elle joue le rôle de disposition prochaine à l'égard d'un principe plus parfait. S'il n'y a pas de milieu entre la forme essentielle et les déterminations accidentelles, la première information aurait toujours pour effet de constituer l'être spécifique de la chose ; la seconde deviendrait ainsi accidentelle, ou l'unité de la substance serait détruite par la présence et l'information simultanée de ces principes.

Pour le même motif, l'École regardait comme erronée cette autre opinion d'après laquelle il existerait, à côté du principe spécifique de chaque être, des formes latentes. Quel sens d'ailleurs attribuer à ce mot ? Les formes corporelles, nous l'avons vu, n'ont d'existence que dans le corps où elles se trouvent unies à la matière. Dès lors, ou bien elles se communiquent à l'élément matériel en lui donnant réellement et non virtuellement sa détermination ; mais alors elles cessent d'être latentes pour devenir entièrement actuelles, et nous revenons à l'hypothèse d'une pluralité de formes dans un même sujet ; ou bien cette communication n'a pas lieu, et, dans ce cas, elles n'existent d'aucune manière, pas même à l'état latent ; car leur union intime avec l'élément matériel est une condition nécessaire de leur existence même latente, et elle ne peut se réaliser sans qu'il en résulte une déter-

mination réelle et actuelle, qui n'a rien de latent. Toute substance corporelle tient donc son être, son espèce et son unité essentielle d'une seule forme ou d'un seul principe spécifique d'information.

On pourrait considérer enfin la forme à un autre point de vue, et se demander si elle est un principe simple ou composé de parties intégrantes, si elle peut être oui ou non divisée.

En rigueur de termes, ni la forme ni la matière ne sont séparément divisibles, par la raison qu'elles ne possèdent pas une existence propre. L'être vraiment existant, c'est le composé substantiel formé par leur union. Dès lors, la seule chose qu'on puisse soumettre à la division c'est le corps, et la question revient à savoir si par le fractionnement d'une substance matérielle la forme essentielle se trouve indirectement partagée en parties quantitatives. Ainsi conçue cette question se résout sans difficulté. C'est un fait d'expérience que les végétaux et les animaux inférieurs sont réellement divisibles. Chacun sait qu'il est très facile de multiplier une espèce végétale par bouture ou par la greffe; de même la division d'un ver de terre peut donner naissance à plusieurs individus de la même espèce. Les formes des êtres inorganisés étant moins parfaites, il semble très légitime d'affirmer qu'elles sont étendues comme le corps lui-même, et partant composées de parties intégrantes (1). Par le fractionnement du corps elles se trouvent divisées au même titre que le sujet matériel.

(1) S. Thomas. De natura materiae, c. 6.

Cependant, il ne faudrait pas s'imaginer qu'avant la division, ces parties possèdent déjà une sorte d'indépendance ou une existence isolée. Elles sont au contraire intrinsèquement unies entre elles et constituent une seule réalité composée mais susceptible d'être fractionnée.

D'autre part, comme toute substance corporelle, à raison de sa nature spécifique, demande pour exister une certaine quantité de matière, il est clair que la division ne pourra dépasser certaines limites, sans amener la transformation de l'être en un autre qui ne subsisterait qu'à raison d'une information nouvelle.

Le composé substantiel.

Cette étude sur les deux éléments constitutifs du corps nous a déjà rendu manifeste leur aptitude naturelle à former un être doué d'une véritable unité. L'élément matériel, ou fond commun consubstantiel, se présente à nous comme une substance incomplète, destinée par sa nature à servir de substratum aux principes spécifiques. Indéterminé en soi, il a pour première exigence de recevoir cette détermination intime capable d'en faire un corps d'une espèce particulière. De son côté, la forme corporelle, substance également incomplète, demande, elle aussi, pour être réalisée et pour constituer un corps en se communiquant, un sujet d'inhérence, dans lequel et avec lequel elle existe ; mais tandis que l'élément matériel n'a d'autre rôle que de

recevoir ce qu'elle lui donne, elle n'a d'autre nature que de lui donner ce qu'il doit recevoir pour posséder son actuation essentielle. Intrinsèquement dépendantes l'une de l'autre, ces deux parties de la substance n'existent qu'en vue de leur union, et dans cette union même, elles s'exigent mutuellement pour recevoir dans cette intégration, le complément substantiel dont elles ont respectivement besoin.

Cependant, si nous voulons saisir la raison intime de l'unité de l'être corporel, il nous faut pousser un peu plus loin cet examen.

Comme nous l'avons vu, la dépendance réciproque des éléments constitutifs, et surtout l'indétermination naturelle du sujet matériel récepteur de l'information, ne permettent point de leur attribuer une existence indépendante ou propre dans un état d'isolement : la seule réalité vraiment apte à subsister dans la nature, c'est l'essence réelle résultant de leur union intrinsèque. Si tel est le caractère de cette union, et si partant il en résulte une véritable unité, on comprend sans peine qu'il suffise d'un seul acte d'existence pour qu'une telle essence devienne un être dans toute la rigueur des termes. Par contre, aussi longtemps que l'on place entre ces parties une distinction réelle, on ne voit pas comment elles peuvent constituer une seule puissance réceptive. D'ailleurs, que deviendrait alors l'actuation de l'élément matériel par le principe spécifique déterminant ? Tout au plus serait-il permis de croire que ces deux

éléments constitutifs sont juxtaposés ou qu'ils se compénètrent. Mais la juxtaposition et la compénétration n'engendrent pas l'unité. Dans les deux cas, la matière resterait nécessairement indéterminée, et l'on détruirait l'unité de l'être.

Pour donner un sens objectivement fondé à cette union intrinsèque, et sauvegarder l'unité de l'essence, il reste donc à admettre que le résultat de cette association constitue une seule réalité composée. En d'autres termes, il n'intervient pas, dans le composé substantiel, de distinction réelle entre la matière et la forme (1).

L'essence réelle vraiment une, dans l'union de ses éléments constitutifs, actuée par un seul et même acte d'existence, telle est, semble-t-il, l'explication nécessaire et suffisante de l'unité de l'être corporel.

Toutefois, c'est à bon droit qu'on donne aux corps le nom de composés substantiels, car le substrat d'inhérence peut être isolé de toute forme déterminée, en ce sens qu'il peut passer de l'état d'union avec une forme donnée à un état d'union nouvelle avec une forme différente.

Les propriétés du corps.

Nous avons fait connaître les éléments essentiels dont se compose la substance matérielle. Mais les

(1) S. Thomas. De pluralitate formarum - quia materia non differt a forma in composito nisi potentia etc. - Cfr. G. Lahousse, Prael. met. spec. p. 59.

corps de la nature possèdent aussi tout un ensemble de propriétés accidentelles. Telles sont par exemple, l'étendue, la couleur, la saveur, les odeurs, les forces calorifiques, électriques, etc. On leur donne le nom d'accidents parce que leur aptitude naturelle est d'adhérer, ou plutôt, suivant le sens étymologique, d'advenir (*ad, cedere*) à une chose déjà subsistante. Elles n'interviennent donc jamais comme éléments essentiels dans la constitution fondamentale du corps, mais elles sont des perfections secondaires dont le corps a besoin pour son développement et pour l'exercice de son activité.

Quoique toutes ces propriétés existent dans la substance, toutes cependant n'ont pas avec elle la même connexion. Les unes sont variables et mobiles, et le lien qui les unit à la substance est purement contingent. Aussi bien, celle-ci ne possède que l'aptitude naturelle à les recevoir. Les autres, au contraire, lui sont indivisiblement unies et forment avec elle dans la chose cet état constant qui est le principe et le fondement de tous les perfectionnements ultérieurs. Les puissances actives et passives, que nous appelons du nom de propriétés, découlent du fond substantiel de l'être comme autant de conséquences nécessaires de son existence (1). Elles trouvent en lui la raison complète de leur réalité, à tel point que l'activité génératrice ne peut jamais produire un être qui ne soit doué de ces qualités

(1) Summ., p. I, q. 77, a. 6, ad 3.

inhérentes. En un mot, elles ont leurs racines dans l'essence même du corps.

S'il existe dans le monde corporel des substances essentiellement distinctes, il est dès lors naturel que toutes les puissances qui en sont inséparables, reflètent la nature spéciale dont elles émanent, soit par leurs caractères, soit par leur mode d'action ou par la direction de leur activité. Mais la raison première de la diversité des corps doit être cherchée dans leur forme essentielle. C'est donc à ce principe qu'il appartient de déterminer non seulement l'être spécifique mais aussi les puissances secondaires qui lui sont inhérentes. Ainsi, la forme, en actuant l'élément matériel, devient un principe foncier d'activité, et donne au corps et à ces forces accidentelles leur impulsion primitive et leur direction permanente, dans le sens de leur évolution naturelle.

La production des substances corporelles.

Les changements qui se produisent dans la nature ne sont pas toujours accidentels. Certains d'entre eux pénètrent jusqu'à la substance même des êtres et la modifient. On les appelle pour ce motif des transformations substantielles. Cette espèce de changements, nous l'avons vu, consiste en un renouvellement ou substitution de principes spécifiques dans un substratum commun. Mais comme tout corps tient son être et son espèce de son principe d'infor-

mation, en perdant ce principe il perd aussi sa nature distinctive, de même qu'en acquérant un principe nouveau, il devient une nature nouvelle. De son côté, l'élément matériel qui persiste dans cette succession étant incapable d'une existence isolée, et ne pouvant jamais exister sans être déterminé par l'un ou l'autre de ces principes, on comprend que cette transmutation doit se faire d'une manière instantanée. Elle est un fait complexe, présentant deux aspects entre lesquels la raison peut bien établir une distinction, mais qui sont inséparables dans la réalité.

De là suit qu'aucune substance ne peut être engendrée sans qu'une autre cesse d'exister, et qu'aucune substance ne peut être détruite sans qu'une autre la remplace. C'est la pensée que l'école exprimait dans cette formule si usitée : « *Corruptio unius est generatio alterius et generatio unius est corruptio alterius.* »

Pour se faire une idée exacte de ce changement, il est néanmoins utile de considérer séparément chacun de ses aspects. Soit donc d'abord la production de la substance ou la réalisation d'un principe spécifique nouveau.

Examinons la génération en elle-même.

Le principe déterminant des êtres matériels ne subsiste pas en lui-même. Substance incomplète, disions-nous, il requiert nécessairement un sujet d'inhérence pour naître et pour exister. On méconnaîtrait par conséquent son caractère de dépendance

intrinsèque, si l'on s'imaginait que l'activité génératrice, dans la formation d'un nouvel être, réalise d'abord ce principe et l'unit ensuite au sujet ou substrat qu'il doit informer. Une telle réalisation serait évidemment indépendante de tout substratum; le principe aurait son existence propre, en un mot, il deviendrait une substance complète.

Aussi telle n'est pas la façon dont se produisent les corps. L'activité génératrice s'exerce au contraire sur un être déterminé; elle y cause des modifications et des altérations de plus en plus profondes, qui, naturellement, rendent impossible l'existence inaltérée de cet être, mais le prédisposent, le préparent et l'inclinent à une information nouvelle. L'expérience quotidienne nous le montre : une chose ne cesse d'exister que lorsque les conditions naturelles de son existence font défaut; de même dans la production d'un nouvel être, la nature procède toujours graduellement et celui-ci n'arrive à son évolution définitive qu'après avoir reçu les prédispositions qui exigent sa naissance. C'est au terme de ces altérations et au moment où la proportion naturelle entre le fond de l'être et ses propriétés primitives est détruite que l'élément matériel se trouve informé par un principe spécifique nouveau (1).

La réalisation dans un sujet prédisposé de formes qui en sont intrinsèquement dépendantes s'appelait

(1) La génération c'est donc simplement ce passage de la matière première, de l'état de privation d'une forme essentielle à l'acquisition d'une telle forme.

autrefois - l'éduction des formes - *eductio formarum e potentia materiae.* - Elle consiste, on le voit, dans la mise en acte de ce qui était en puissance dans la matière.

En employant cette formule, l'École avait principalement en vue de relever le caractère de dépendance de toutes les formes naturelles vis-à-vis de l'élément matériel, et de marquer en même temps la différence profonde qui sépare la production de ces formes de la création proprement dite.

L'action créatrice, en effet, ne consiste pas dans une transformation d'une chose préexistante, mais elle a pour terme un être subsistant qui a passé selon toute sa réalité du néant à l'existence. L'activité génératrice, au contraire, présuppose un sujet qu'elle élève à un état substantiel nouveau en le complétant par un principe spécifique.

Quoique le terme final soit réellement une substance, il n'est que le résultat positif de la transformation pure et simple d'un être antérieur.

Cependant, la génération implique toujours la naissance d'une forme nouvelle. Il y a donc lieu de se demander à quels agents on doit attribuer l'efficience qui la réalise.

Nous arrivons ainsi à la cause efficiente de la génération.

Lorsque nous jetons les regards sur le monde inorganique, et que nous étudions les rapports existants entre le composé chimique et les éléments intervenus dans sa formation, nous trouvons fort

naturel d'attribuer à l'action de ces mêmes éléments la réalisation du principe spécifique qui les ramène à l'unité dans la synthèse finale. Prenons, par exemple, une combinaison très simple : celle de l'Iode et du Potassium.

Si l'on place ces deux corps dans les conditions requises pour que la réaction se produise, ils exercent l'un sur l'autre une influence réciproque, et donnent lieu à un dégagement de chaleur de 79 calories. Ce phénomène thermique manifeste évidemment la quantité d'action déployée par les substances réagissantes. Il mesure, disent les chimistes, leur affinité. D'autre part, les propriétés nouvelles du composé issu de cette réaction conservent de l'analogie avec les propriétés individuelles des composants, mais le changement est d'autant plus profond que l'échange d'activité a été plus intense. On pourrait citer ici des milliers d'exemples qui nous montreraient ce rapport constant entre l'intensité de la réaction et les caractères de la synthèse.

Si donc, dans le fait de la combinaison, et au terme des altérations réciproques, les éléments se trouvent ramenés à une unité essentielle par un principe spécifique commun, ce principe, semble-t-il, doit être aussi l'effet de leurs activités simultanées.

Sans doute cette détermination foncière est une réalité nouvelle, mais sa perfection ne dépasse pas celle des agents ; elle ne constitue qu'une partie de l'être corporel. Or, refuser aux créatures cette acti-

vité génératrice pour ce seul motif qu'elles produiraient une réalité qui n'existait pas auparavant, ce serait s'astreindre à bannir de la nature toute activité naturelle, car une action positive a toujours pour terme premier une réalité nouvelle (1).

(1) Considérée à ce seul point de vue, la production des principes spécifiques par les causes secondes se comprend aisément. Mais la théorie de l'école sur l'activité des êtres soulève à ce sujet certaines difficultés. La substance matérielle, dit-on, et même la substance créée, en général, n'est pas immédiatement active par elle-même. Elle constitue une énergie foncière d'où découlent des puissances actives et passives, mais elle dépend de ces mêmes puissances pour exercer ses différentes espèces d'actions. Toutes ces énergies secondaires réellement distinctes entre elles le sont également du fond substantiel. En un mot, le principe immédiat de l'opération consiste en une puissance distincte de la substance (*a*). Or, si les agents matériels n'exercent jamais qu'une influence causale purement accidentelle, comment pourront-ils produire des formes essentielles? Certes, cette difficulté est très sérieuse. Il ne nous semble même pas qu'il soit possible de la résoudre. On dit bien que ces forces naturelles ont leur racine dans la substance, qu'elles lui sont intimement unies comme des instruments obligés, et qu'elles l'aident à atteindre ses fins; mais ces dénominations et ces relations ne changent aucunement la vertu intrinsèque de l'accident. Si le principe immédiat d'action reste accidentel, la perfection du terme substantiel dépassera toujours, nous paraît-il, la puissance de sa prétendue cause.

Et il ne suffit pas, pour lever la difficulté, de supposer que ces puissances secondaires reçoivent de l'essence un accroissement d'intensité ou un perfectionnement intrinsèque.

D'abord, cette communication ne pourrait se faire par une activité proprement dite, car la substance serait elle-même active. De plus, quel que soit le mode de communication, les forces reçues par ces puissances doivent être accidentelles ou substantielles. Dans le premier cas, l'incapacité des énergies secondaires resterait la même. Dans le second, l'accident deviendrait le sujet d'une force substantielle, ce qui n'est pas admissible.

Inutile encore de s'imaginer que la substance, inactive sans ses forces accidentelles, devient néanmoins avec elles un seul et même principe d'action capable de réaliser une forme essentielle.

Cet acte qui la détermine à l'activité, restant confiné dans le genre des

(*a*) S. Th. Summ. theol. I, q. 77, a. 1. Quaest. disp. q. de spirit. creat. a. 11. Q. — de anima, a. 12.
Toletus : De anima, l. 2, c .

La destruction de la substance corporelle.

Lorsque l'activité génératrice transforme une substance en une autre, l'élément matériel de la pre-

accidents, ne lui permettra d'exercer qu'une influence accidentelle. Quel que soit donc le rôle de ces puissances, quelle que soit leur union avec le fonds substantiel, il paraît bien difficile d'expliquer cet effet sans admettre l'intervention d'une cause supérieure.

Aussi d'autres docteurs, et en particulier Suarez (*a*), préfèrent attribuer à la substance elle-même cette activité génératrice. Selon leur opinion, les corps s'altèrent réciproquement par le jeu de leurs énergies secondaires et donnent lieu à une résultante qui les prédispose à une information nouvelle; mais au terme de ces altérations, c'est sous l'influence immédiate de la substance que naît dans la matière le principe spécifique.

De la sorte, la difficulté serait évidemment résolue; chaque agent posséderait un principe d'activité proportionné à son effet, car les formes essentielles auraient pour cause des forces substantielles.

Cependant, on se demande s'il y a lieu de maintenir encore la distinction réelle entre l'essence et les accidents. Si le principe foncier peut agir directement par lui-même, l'utilité des puissances accidentelles ne paraît-elle pas contestable? Les auteurs de l'opinion mentionnée croient néanmoins qu'elles sont nécessaires et en donnent les raisons suivantes. D'abord, comme tout être nouveau se forme d'une matière prédisposée, il faut aussi que le générateur mette en jeu certaines forces secondaires pour réaliser successivement ces dispositions requises. En second lieu, en agissant simultanément avec le principe foncier, les puissances en déterminent l'activité et jouent même le rôle de causes instrumentales dans la production des formes.

Cette manière d'expliquer le fait en question présente à son tour certaines difficultés. Cependant les arguments que l'on apporte, à l'effet d'établir que la substance créée ne peut être immédiatement opérante, n'ont peut-être pas toute la valeur qu'on serait tenté de leur attribuer. Le principal se formule dans les termes suivants : « En Dieu seul, dit-on, l'opération s'identifie avec l'essence; pour la créature, opérer est toujours quelque chose d'accidentel qui peut être ou ne pas être sans détruire l'essence. »

Il se trouve dans cet argument, un terme très important dont il faudrait d'abord bien préciser le sens. Il y a lieu de considérer l'opération soit dans son principe, soit en elle-même, soit dans son effet.

Si l'on se place au premier point de vue, il est très vrai de dire que l'essence divine, seule, constitue un principe complet d'action, car Dieu

(*a*) Metaphys. Disput. XVII, sect. II, XXI ad XXV.

mière persiste et se retrouve dans la seconde, mais le principe spécifique qui en déterminait l'espèce est remplacé par un principe nouveau. On dit de cette première substance qu'elle est détruite, car elle n'a pu subir un tel changement sans perdre sa nature et son état substantiel antérieur ; un corps n'appartient jamais à deux espèces différentes.

En fait, le principe déterminant qui ramène à l'unité les composants d'une synthèse chimique, et qui leur donne un être nouveau, nécessite toujours la disparition des formes respectives de ces mêmes composants.

Cependant, il faut bien se garder ici d'une inter-

seul possède, en vertu de son essence, tout ce que requiert son activité.

Mais nul ne prétend attribuer à la créature une telle puissance d'action. Bien qu'elle soit active, la substance créée reste néanmoins un principe limité, incomplet, dépendant pour agir de conditions et de déterminations accidentelles.

Si l'on veut désigner l'activité elle-même ou l'influence active qu'exerce une cause dans la réalisation d'un terme, de nouveau, tous le concèdent, l'opération n'est essentielle qu'en Dieu seul ; l'intellection et la volition constituent l'essence divine. Dans les créatures, au contraire, l'opération sera toujours quelque chose d'accidentel. Cette vérité se concilie parfaitement avec l'hypothèse mentionnée : une substance créée peut contenir en elle une puissance d'agir, sans être par cela même essentiellement opérante. Il suffit que les conditions d'activité lui soient accidentelles.

S'agit-il enfin du terme de l'opération ? La raison nous dit qu'il faut placer une distinction essentielle entre le Créateur et son œuvre, et une distinction réelle entre les effets des causes secondes et les principes actifs qui les produisent. A ces trois points de vue, cet argument paraît donc manquer complètement de force probante.

Pour démontrer la même thèse, on ajoute aussi qu'entre l'acte et la puissance il existe une relation telle que si le premier est accident, la dernière ne puisse être substance. Mais y eût-il dans cet adage une preuve sérieuse de la distinction réelle entre la substance et les puissances accidentelles, on soutiendrait encore avec raison qu'un effet substantiel demande également une cause proportionnée, partant une influence immédiate du principe foncier d'énergie.

prétation exagérée. Sans doute, lors de la combinaison, les formes des éléments, comme telles, disparaissent, mais s'ensuit-il qu'elles ne soient plus représentées d'aucune façon dans le résultat final de la réaction? Bien au contraire, l'école est unanime à l'affirmer, la synthèse nouvelle contient dans son unité essentielle, d'une manière équivalente, l'être de chacun de ses générateurs. Lorsque les éléments échangent entre eux leur activité, leurs diverses qualités s'atténuent mutuellement et finissent par donner lieu à une résultante moyenne de forces qui sont précisément les forces et les qualités du corps nouveau dans lequel les générateurs se trouvent fondus (1). De la sorte, ce composé participe de la nature de chacun de ses composants : il tient son espèce et son unité d'une forme spécifique intermédiaire entre les formes élémentaires, et les puissances actives qui se manifestent en lui représentent nécessairement les puissances tempérées des éléments intervenus dans sa formation : « sic igitur remissis excellentiis elementarium qualitatum, constituitur ex eis quaedam qualitas media, quae est propria qualitas corporis mixti » (2). « In mixto manent formae miscibilium secundum virtutem » (3).

(1) S. Thomas. Opusc. 33, De mixtione elementorum.
(2) In lib. I De generat., c. 11.
(3) De nat. mat., c. 8.

CHAPITRE IV.

Examen de l'hypothèse scolastique.

Art. Ier. Explication des faits de l'ordre chimique.

Les poids atomiques. On se tromperait si on allait croire que toute théorie atomique est inconciliable avec les principes scolastiques. L'idée mère de la physique aristotélicienne est celle-ci : il y a dans le monde corporel des substances spécifiques; les corps simples et les composés chimiques sont de véritables individualités spécifiquement distinctes entre elles. Quant à la question de savoir à quelles particules de matière il faut attribuer cette unité essentielle; si c'est la molécule des composés et l'atome des substances élémentaires, ou bien des masses plus complexes qui sont réellement les derniers éléments doués d'une existence propre et d'une nature individuelle, ce sont autant de points étrangers à ses principes fondamentaux. La solution de cette question dépend des données et des découvertes scientifiques. Or, si nous consultons à

ce sujet les lois de la chimie (1), nous sommes très disposés à admettre que chaque corps simple est réellement représenté par un atome, véritable individu chimique; la masse matérielle qui tombe sous nos sens ne serait ainsi qu'un agrégat de molécules formées par l'union intime de ces mêmes atomes. Dans la substance composée, l'individu chimique ou l'être doué d'unité, serait la molécule, et le corps sensible renfermerait autant de substances qu'il se trouve en lui de molécules distinctes. Sans nous mettre le moins du monde en désaccord avec la scolastique, nous pouvons parfaitement reconnaître, conformément à la théorie, l'existence de ces unités élémentaires qu'on nomme atomes; mais ce que nous ne pouvons admettre, et ici d'ailleurs l'expérience n'a pas de preuve à fournir contre nous, c'est l'identité essentielle de toutes ces masses atomiques, c'est la réduction de toutes leurs forces à du mouvement, c'est enfin la formation de molécules qui seraient chimiquement composées par le groupement de masses dont chacune conserverait son état substantiel dans cette synthèse finale. En un mot, nous re-

(1) Plusieurs motifs nous inclinent à regarder les atomes des corps simples comme des individus chimiques. C'est d'abord le poids atomique spécifique. Ce fait s'explique sans difficulté dans cette hypothèse, tandis qu'il n'a plus sa raison d'être si l'on attribue l'individualité proprement dite à la molécule seulement. C'est en second lieu la loi des chaleurs spécifiques des atomes. Elle ne s'applique aucunement aux molécules, elle se concilie facilement au contraire avec la nature spécifique des masses atomiques. Enfin, pour un grand nombre de composés, les éléments générateurs sont évidemment les atomes. Or nous nous demandons comment dans la décomposition de l'acide chlorydrique, par exemple, l'Hydrogène pourrait renaître autrement qu'à l'état d'atome.

gardons l'atome des corps simples comme étant un être spécifique susceptible de changement essentiel.

Le premier fait que nous avons opposé au mécanisme c'est la diversité des poids atomiques et leur égale indivisibilité malgré la différence de leurs masses. Voyons si la théorie scolastique nous fournit de ce fait une explication suffisante.

Les atomes des soixante-dix corps simples connus actuellement en chimie sont, disions-nous, des natures spécifiquement distinctes. Chacune d'elles renferme dans son unité essentielle une base matérielle déterminée par un principe spécifique. Or, qu'y a-t-il de plus naturel que chaque principe réclame, pour la formation d'un corps, une quantité de matière spéciale et proportionnée (1)? Car, ne l'oublions pas, la matière est une partie essentielle de l'être, et forme avec sa détermination substantielle une seule nature. Si donc il est permis de voir dans ces masses une série graduée de formes essentielles, il ne sera pas étonnant d'y rencontrer aussi une échelle de poids atomiques s'étendant de l'Hydrogène à l'Uranium. De la sorte, chaque espèce élémentaire aura son poids atomique spécifique et constant. Sans doute, l'atome étendu, considéré abstraitement, au seul point de vue de son extension, reste divisible à l'infini, mais on comprend aisément qu'à raison de ses exigences spécifiques il ne peut être soumis indéfiniment à la division sans passer du même

(1) In 1um phys : lect. 9. « In corpore naturali invenitur forma naturalis quae requirit determinatam quantitatem sicut et alia accidentia. »

coup à une information nouvelle ou à l'état de composé chimique (1).

La diversité des masses atomiques et leur indivisibilité physique, loin d'être en opposition avec les principes de l'École, nous apparaît ainsi comme une conséquence naturelle de la diversité des espèces chimiques élémentaires. Par conséquent, si nous voulions, à l'exemple des chimistes, faire reposer les lois de poids, qui règlent les combinaisons, sur la constance des atomes, personne ne pourrait nous contester le droit d'invoquer ce fait. A notre avis, tel n'est point le fondement de ces lois : nous espérons le montrer plus tard.

De ces considérations se dégage une conséquence très importante. Lorsqu'un agent de désagrégation tend, par son influence, à diviser l'atome, celui-ci, à raison de ses exigences naturelles, doit nécessairement se transformer, avec l'élément réagissant, dans une synthèse nouvelle. Mais toute transformation exige, comme nous l'avons vu, la persistance, dans le résultat de la transformation, de la base matérielle des êtres transformés. Comme le poids tire son origine première de cette partie de la substance, le poids du composé nouveau devra donc répondre adéquatement à la somme des poids respectifs des éléments générateurs. Sans qu'il faille aucunement recourir à la permanence de l'être substantiel de ces éléments

(1) S. Th. De sensu et sensato lect. 15ª. « Etsi corpora mathematica possint in infinitum dividi, ad certum terminum dividuntur cum unicuique formae determinetur quantitas secundum naturam... »

dans la synthèse, la théorie nous fournit ainsi la raison physique de la persistance des poids atomiques et partant du principe de la conservation des masses au sein des transformations les plus profondes de l'univers.

*
* *

L'affinité chimique. Quel que soit l'aspect sous lequel on la considère, l'affinité chimique est un de ces faits qui semblent le mieux révéler l'existence de natures spécifiques dans le monde corporel. Le premier caractère essentiel de l'affinité c'est l'aptitude des contraires à la combinaison ; en d'autres termes, la réaction chimique se passe entre des corps hétérogènes.

Pour nous rendre compte de ce fait il importe de considérer attentivement le mode de formation d'un composé chimique et sa nature intime. Le composé, disions-nous, n'est point un être produit au hasard, mais bien le terme obligé de l'échange d'activité de ses générateurs. Doué d'une nature spécifiquement distincte de celles qui l'ont réalisé par leur concours mutuel, il n'a pu naître qu'au moment où la résultante des forces en conflit dans la réaction se trouvait incompatible avec les natures individuelles des corps réagissants. Mais il est manifeste que des substances homogènes, aux activités identiques, sont incapables de donner lieu à une telle résultante ; car l'action est l'épanouissement de l'être, et tout

agent tend à communiquer sa propre manière d'être au terme de son activité. Ainsi lorsque deux corps de température inégale sont en présence, celui dont la température est la plus élevée se dépouille d'une partie de sa chaleur et la communique à l'autre, jusqu'à ce que, l'équilibre étant établi, celui-ci soit devenu, en quelque manière, semblable au premier, par son passage à un état de température égale. Si les corps sont identiques, le terme de leur échange d'activité, dans les conditions ordinaires, sera forcément en rapport avec leur nature individuelle. L'hétérogénéité des corps est donc une condition requise pour la réaction chimique, ou ce qui revient au même, l'affinité est l'aptitude des contraires à la combinaison.

De là découle cette loi générale confirmée par l'expérience : plus un corps entre dans une combinaison, plus l'affinité du composé pour cet élément diminue ; et puisque, en se l'assimilant, il lui communique ses propriétés, l'antagonisme exigé par l'affinité s'amoindrira proportionnellement. Pour la même raison, les corps sont d'autant plus aptes à se combiner, qu'ils sont, au point de vue chimique, plus différents les uns des autres (1).

L'affinité se présente ensuite comme une sorte d'inclination ou de tendance élective, en vertu de laquelle un corps donné se porte de préférence vers certains autres ; les corps, comme disent les chi-

(1) Henry. Précis de chimie générale, p. 57.

mistes, ont leurs affinités électives. L'examen de ce second caractère met en relief ce que l'École appelait l'inclination de nature. Si chaque être, à raison du principe substantiel qui détermine son espèce, se trouve incliné à des opérations propres et à une évolution spécifique, il est clair qu'il doit y avoir pour chaque espèce chimique un certain nombre de substances spécialement sympathiques avec lesquelles elle tend à former des synthèses naturelles : celles-ci sont des fins assignées au déploiement mutuel de leurs activités (1). La rencontre de la réaction des corps simples et composés de la chimie, loin d'être livrée aux caprices du hasard, sera réglée par la tendance interne ou nature des êtres.

Dans un groupe de substances susceptibles de former entre elles des combinaisons variées, on remarque que chacune d'elles ne manifeste pas à l'égard des autres la même facilité de réaction. Quelle est la raison de ce fait? Pour qu'une force puisse s'exercer, le corps où elle se trouve et le sujet destiné à recevoir son action doivent posséder certaines dispositions spéciales. Étant posé qu'il existe entre les diverses substances du monde inorganique une distinction vraiment spécifique, il s'en-

(1) In lib. 2 phys. lect. 14. « Natura, nihil aliud est quam ratio ejusdem artis, scilicet divinae, indita rebus, qua ipsae res moventur ad finem determinatum.. » et in quaest. disp : q. 22, a. 1. « Et per hunc modum omnia naturalia in ea quae eis conveniunt, sunt inclinata, habentia in seipsis aliquod inclinationis principium, ratione cujus eorum inclinatio naturalis est, ita ut quodammodo vadant et non solum ducantur in fines debitos. »

suit tout naturellement, que les propriétés de chacune de ces substances refléteront la nature spécifiquement caractéristique d'où elles découlent, et qu'elles réclameront aussi des conditions particulières d'activité. Tandis que tels corps du groupe présentent naturellement toutes ces conditions requises et ne requièrent pour se combiner que le simple contact, d'autres, au contraire, devront subir au préalable certaines modifications ou recevoir l'influence d'une cause excitatrice. On comprend aisément dès lors comment des substances combinables ne réalisent pas cependant avec la même facilité leurs synthèses diverses.

En nous fondant sur ces exigences des natures spécifiques, nous pouvons de même expliquer comment il se fait que des corps, doués d'une grande affinité réciproque, forment en général des combinaisons complètes, rapidement opérées, parfois même d'une manière instantanée. Puisque en vertu de leur être propre les corps possèdent une tendance spécifique, puisque toutes les puissances sont des moyens naturels par lesquels la substance réalise sa fin, il s'ensuit que certaines substances pourront réunir par elles-mêmes toutes les conditions et les dispositions requises pour l'exercice immédiat de leurs forces. Partant, l'absence de tout obstacle qui ralentisse cette activité, pourra suffire pour que le travail d'assimilation se fasse rapidement, et que le composé, aussi naturellement formé, jouisse d'une stabilité capable de résister à l'influence des causes

extrinsèques qui rendent les combinaisons incomplètes.

L'affinité peut être considérée en troisième lieu comme force ou énergie chimique. Pour apprécier l'intensité de cette force, le chimiste recourt au phénomène thermique dont s'accompagne la réaction. Mais il est impossible de connaître, à ne considérer qu'une seule combinaison, l'énergie chimique propre à un corps; car le phénomène calorifique est toujours l'effet complexe de l'échange d'activité de deux substances au moins. Pour déterminer cette énergie chimique il faut donc examiner l'ensemble des réactions que ces corps sont aptes à réaliser avec un même corps dans des circonstances identiques. Or, il résulte de cette étude que cette énergie diffère considérablement dans les différentes espèces, et que chaque espèce possède une force chimique spécifique et constante. Mais cette diversité des énergies chimiques n'est à son tour qu'un corollaire des natures spécifiques; admettre en effet une distinction essentielle entre les espèces chimiques, c'est reconnaître implicitement qu'il y a dans chaque espèce une puissance vraiment spécifique, qui sert à caractériser la nature dont elle découle.

L'affinité chimique considérée sous ses trois aspects se trouve ainsi en harmonie parfaite avec la thèse fondamentale de la physique aristotélicienne.

Mais ici se présente une difficulté que nous ne pouvons passer sous silence. Dans l'interprétation

du fait de l'affinité chimique, nous nous sommes constamment appuyés sur la nature des êtres; c'est en elle que nous avons vu la raison foncière de ce fait. Mais la nature est constante et ne change qu'avec l'être lui-même. Ne semble-t-il donc pas qu'en assignant un tel fondement à ce phénomène, nous le soustrayions nécessairement aux influences multiples, aux modifications réelles auxquelles de fait cependant il est soumis? En effet, nous savons par l'expérience que la chaleur, la lumière, l'électricité peuvent augmenter ou diminuer l'énergie chimique, stimuler ou troubler l'exercice de l'affinité.

Nous accordons volontiers le fait qu'allègue l'objection, et il est manifeste que, par l'intervention libre de l'homme, il se produit certaines combinaisons qui, sans cela, n'auraient pas lieu; mais ce fait n'infirme pas notre explication. D'abord, est-il nécessaire d'admettre que l'intervention d'un agent physique dans une réaction, exerce toujours une influence directe sur les énergies chimiques? Il n'en est rien; l'influence de cet agent peut consister simplement dans la réalisation de certaines conditions requises pour la combinaison. Supposé en effet que l'affinité de deux corps soit très faible, et que l'attraction exercée entre les particules respectives de leurs masses soit intense; on comprend aisément, qu'à raison même de cette union, ces masses hétérogènes ne seront pas à même d'exercer leurs activités chimiques. Mais qu'une force de désagrégation, comme la chaleur, vienne rompre cette union; aussitôt,

les particules mises en liberté deviendront capables d'une combinaison peut-être assez intense. Dans ce cas, l'agent physique facilite l'exercice de l'affinité sans influencer la force chimique. Elle peut, de la même manière, entraver la réaction ; il suffit qu'une chaleur trop intense active démesurément les forces de répulsion des substances réagissantes, pour que le contact immédiat requis pour la combinaison soit empêché. Or il est clair que, nonobstant toutes ces influences diverses, l'affinité chimique restera toujours dépendante de la nature spécifique.

Mais admettons, comme l'insinue l'objection, une modification réelle et positive de l'affinité ou de la force chimique proprement dite. Celle-ci relèvera-t-elle moins du fonds substantiel de l'être? Évidemment non. Chacun le sait, il n'est nullement loisible au chimiste de former des composés avec n'importe quels corps, même en employant les agents physiques les plus énergiques. S'il parvient, au contraire, à associer certains éléments, apparemment du moins indifférents à l'égard l'un de l'autre, c'est à la condition, qu'il existe déjà dans ces éléments une affinité lointaine susceptible d'être développée par son intervention. Et si dans ces cas la chaleur exalte l'affinité, il n'en est pas moins vrai que ce même agent physique produit des effets divers, variant avec les corps soumis à son influence. Soit qu'il développe l'énergie chimique, soit qu'il l'entrave, la diversité de ses effets nous montre ainsi la diversité des corps qui reçoivent son action. Loin donc de trouver en

cela une difficulté sérieuse contre la théorie des natures spécifiques, nous y voyons plutôt une confirmation ; car nous ne pouvons comprendre comment, en dépit de toutes ces influences variées, et des circonstances les plus diverses, les multiples substances du monde inorganique conserveraient toujours leurs affinités électives, s'il n'y avait dans chacune d'elles un principe de stabilité destiné à assurer la constance des puissances et de leur mode d'activité.

∴

L'atomicité. L'atomicité respective des corps chimiques se détermine en général par rapport à un élément commun pris pour terme de comparaison. Cet élément c'est l'Hydrogène pour les corps négatifs et le Chlore pour les corps positifs. Le nombre d'atomes de Chlore ou d'Hydrogène qu'une substance donnée peut s'unir en combinaison mesure son atomicité. Cette propriété n'est donc pas une force distincte de l'énergie chimique dont nous venons de parler ; mais elle la mesure au point de vue de son extension. La valence des atomes varie considérablement d'après les différentes substances. Les métaux alcalins, par exemple, sont exclusivement monovalents et leur atome ne peut jamais s'associer qu'à un seul atome de Chlore. D'autres sont doués d'un pouvoir plus grand et conservent, dans la plupart de leurs combinaisons, cette valence déterminée. D'autres enfin se laissent influencer plus facilement

par les circonstances ou les corps divers avec lesquels ils se combinent.

On le voit, toute théorie qui prétend expliquer ce fait de l'atomicité ne peut parvenir à ce but qu'à deux conditions : elle devra d'abord justifier les lois spécifiques de poids qui règlent la combinaison des diverses substances de la nature; en second lieu, il faudra que la raison de la constance de ces lois vienne se concilier avec les exceptions réelles manifestées par l'expérience.

Nous croyons que la théorie de l'Ecole réunit parfaitement ces deux conditions.

Une fois admis que les composés chimiques remplissent le rôle de fins assignées à leurs générateurs, il serait inconséquent, nous semble-t-il, de faire dépendre uniquement des circonstances extrinsèques le nombre d'atomes contenus virtuellement dans ces synthèses. On sait, en effet, que la nature et les propriétés d'un composé sont fonction non seulement des espèces d'éléments intervenus pour sa formation, mais aussi du nombre d'atomes. La combinaison du Mercure et du Chlore en est la preuve. Ces deux éléments forment deux composés spécifiquement distincts, pour ce seul motif que le nombre d'atomes de Chlore n'est pas le même dans les deux cas. Dès lors, de même que la constitution et la nature des synthèses chimiques relève en dernière analyse de la nature des générateurs, ainsi la complexité atomique de ces synthèses, ou l'atomicité, ne peut être indépendante de la nature intime des générateurs.

Mais cette cause suffit évidemment à nous rendre compte de la constance de l'atomicité spéciale des corps, car s'il y a une chose douée de stabilité, c'est bien le fond substantiel ou la nature des êtres. De fait, nous comprenons aisément comment deux substances données, à raison de leur destination, de leurs aptitudes natives, du caractère spécial de leurs puissances et de leur mode d'action, — toutes conséquences naturelles de leur espèce — s'associent régulièrement dans les circonstances ordinaires suivant un nombre déterminé d'atomes.

Néanmoins, en assignant à l'atomicité un tel fondement, nous ne sommes aucunement réduits à méconnaître les variations dont, de fait, elle est susceptible. Les phénomènes chimiques étant des actions de contact immédiat, il est tout naturel que les agents physiques et, en général, les causes extrinsèques, viennent favoriser ou entraver ce contact, augmenter ou diminuer le nombre de masses atomiques en réaction mutuelle.

Toutefois, ces changements se feront nécessairement dans les limites que comportent les exigences naturelles des corps en présence. Sans devenir complètement solidaire des multiples influences extérieures, l'atomicité pourra donc subir certaines variations, et rester une propriété inhérente à la nature.

Les considérations que nous venons d'émettre au sujet de l'atomicité, nous permettent maintenant de découvrir le fondement des lois de poids qui règlent les combinaisons chimiques.

Lorsque nous avons expliqué le fait de la diversité des poids atomiques et de leur constance, nous avons dit que l'indivisibilité des atomes n'était point le véritable fondement de ces lois. En effet, admettons pour un instant que l'atomicité n'ait rien de fixe ni de stable, qu'elle change constamment au gré des circonstances ; y aurait-il encore lieu de parler des lois de nombre? A moins d'en faire une tautologie, et de dire, par exemple, qu'un composé formé de deux atomes renferme deux atomes, nous ne voyons pas quel sens ni quelle portée vraiment scientifique on pourrait leur accorder. Malgré l'indivisibilité des masses atomiques, les combinaisons cesseraient d'être soumises à des lois et se feraient suivant des rapports indéterminés.

Si les corps sont réglés dans leurs réactions par ces lois, ne semble-t-il pas légitime d'en attribuer la cause à la constance même de leurs atomicités spéciales, et partant à la nature des êtres seule capable d'assurer la stabilité de ce fait?

Dans l'étude du mécanisme nous avons rencontré deux cas typiques qui nous ont fait voir toute l'impuissance de la théorie de l'atomicité appliquée selon les principes de ce système. Nous allons maintenant interpréter ces mêmes faits d'après l'hypothèse scolastique.

Il s'agissait du carbonate calcique formé de deux parties $CO^2 + CaO$. Que sont ces deux molécules avant leur union dans la synthèse? CO^2 est un être

proprement dit, constitué d'un seul principe spécifique, ayant pour base matérielle celles du Carbone et de l'Oxygène ramenées par lui à l'unité de l'être. Ce corps présente dans son unité essentielle les propriétés altérées de ses générateurs; et, comme tout corps, il a, de sa nature, une aptitude spéciale à se combiner avec certaines espèces, des propriétés chimiques et physiques qui ne demandent, pour s'exercer, que la réalisation de certaines conditions.

Sans doute, cette molécule est saturée, si l'on veut désigner par ce terme que le maximum d'atomes d'Oxygène avec lesquels le Carbone peut se combiner lui a été présenté, mais nullement en ce sens que ces mêmes atomes, par une simple accommodation de mouvements, seraient arrivés à l'état d'équilibre mécanique complet.

Tout ce que nous avons dit de la première molécule s'applique de la même manière à Ca O.

Eh bien! mettons, dans les circonstances voulues, ces deux substances chimiques en présence l'une de l'autre. Que se passera-t-il? En vertu de leurs affinités mutuelles, ces deux corps réagiront, se modifieront profondément, comme le feraient deux corps simples, et donneront naissance, en disparaissant eux-mêmes, comme êtres individuels complets, à un être substantiel nouveau, à une synthèse finale, résultat d'une transformation substantielle, le carbonate calcique. De la sorte, il n'est nullement nécessaire de recourir à un échange d'atomicités ou à une division de mouvements atomiques, et ce

composé peut se ramener à la combinaison ordinaire de deux natures hétérogènes.

Le deuxième cas proposé, était : $C^2 H^2$. Le mécanisme interprète ce composé en recourant aux atomicités latentes et à la théorie des soudures. Chaque atome de Carbone est tétravalent, c'est-à-dire susceptible de s'associer quatre atomes d'Hydrogène. Mais, de fait, il ne se trouve uni, dans le corps en présence, qu'à un seul Hydrogène. Le mécanisme place entre les atomes de Carbone une triple soudure ; de cette manière, ces atomes se saturent mutuellement en dépensant entre eux les trois atomicités restées vacantes.

Nous avons vu l'illogisme de cette conception et les conséquences funestes auxquelles elle conduit.

La théorie scolastique nous fournit de ce fait une explication toute différente, qui échappe à ces inconvénients et satisfait à la fois aux exigences des lois de l'atomicité et de l'affinité.

Les deux atomes de Carbone mis en contact avec les deux atomes d'Hydrogène exercent mutuellement leur activité, suivant leur tendance native, et la réaction se passe entre des masses hétérogènes comme l'exige l'affinité, c'est-à-dire l'aptitude des contraires. Grâce à leurs altérations successives et profondes, ils finissent par donner lieu à un composé nouveau, à un nouvel individu chimique, qui reflète les propriétés des éléments intervenus pour sa formation.

Mais l'atome de Carbone possède ce pouvoir par-

ticulier de se combiner avec quatre atomes d'Hydrogène, tandis que, dans la formation du corps mentionné, les deux atomes du Carbone n'ont été influencés que par deux Hydrogène. Il est donc naturel que le composé manifeste à son tour ces aptitudes du Carbone. Aussi ce corps conserve la propriété de former des composés plus complexes, et de se combiner encore avec quatre atomes d'Hydrogène. Telle est l'atomicité réelle manifestée par l'expérience. Dans cette manière de voir, l'affinité ne se trouve point sacrifiée, attendu qu'elle s'est exercée tout entière entre des éléments hétérogènes ; le corps résultant de l'exercice de leur activité exclut les soudures et atomicités latentes, car il n'est pas un agrégat d'atomes, mais un seul être où les bases matérielles des générateurs sont élevées par un seul principe spécifique à une unité essentielle supérieure; enfin, comme toute espèce chimique, il possède une atomicité connaturelle et des aptitudes spéciales, en rapport avec les éléments dont il est le substitut obligé. Cette explication nous dispense donc de forger des hypothèses nouvelles, et permet de ranger ce cas, comme tous les cas analogues, dans la série des composés ordinaires (1).

(1) En interprétant ainsi la formation de ces composés nous ne voulons pas affirmer que le Carbone dégage toujours la même quantité de chaleur, quel que soit le nombre d'atomes d'Hydrogène qui entrent dans la combinaison. Bien au contraire, nous croyons qu'à raison du principe d'action et de réaction, cette quantité variera avec le nombre d'unités élementaires qui viennent influencer cet élément. Si cet élément jouit d'une atomicité très étendue, comme c'est le cas pour le Carbone, les divers composés qu'il formera donneront lieu à des phénomènes

On pourrait se demander pourquoi le composé $C^2 H^2$ ne conserve pas toutes les atomicités natives de ses constituants. Ce corps en effet ne peut plus s'unir qu'à quatre atomes d'Hydrogène, de sorte que le nombre maximum d'atomes d'Hydrogène qu'il est possible d'unir à deux atomes de Carbone sera six, tandis qu'il devrait être huit, le Carbone étant un élément tétravalent. La chimie, de même, nous fait connaître une multitude de composés hydrocarbonés où le même phénomène se représente. Tous ces corps sont privés de pouvoir additionnel, comme s'expriment les chimistes, toutes les fois qu'ils renferment un nombre d'atomes d'H double de ceux du C, + 2, ex : $C^2 H^6$, $C^3 H^8$. Pour expliquer ces faits, faut-il encore une fois recourir à la théorie des soudures, et défendre la permanence actuelle des atomes dans la synthèse? Nous n'en voyons aucunement la nécessité. Sans doute cette synthèse doit refléter, dans une certaine mesure, les propriétés des éléments générateurs; c'est un fait d'expérience et une conséquence des relations qu'elle soutient avec eux; mais il n'y a aucune raison d'affirmer que l'atomicité des éléments doive se conserver

thermiques différents et pourront présenter une activité d'autant plus grande que le nombre d'atomes hétérogènes combinés sera plus restreint. On sait en effet que la perte de chaleur est toujours une perte d'énergie. On s'explique ainsi facilement pourquoi l'Acétylène $C_2 H_2$ est un corps si virulent.

D'autre part,— nous l'avons fait remarquer plus haut,— il est souvent nécessaire de tenir compte des circonstances physiques dans lesquelles se passent les réactions pour donner une juste explication des phénomènes thermiques qui les accompagnent.

intacte dans le composé. Bien au contraire, si les substances réagissantes subissent des altérations profondes, si, comme nous le soutenons, ils sont, de fait, élevés à un nouvel état substantiel, nous comprenons parfaitement ces modifications et cette réduction de leur atomicité. Vraiment l'on se demande pourquoi cette propriété serait moins altérable que les autres; pourquoi on lui accorderait ce privilège que l'on doit refuser à l'affinité. L'expérience, en effet, prouve à l'évidence que, dans maints composés, l'affinité des générateurs subit des modifications profondes. Or, une fois qu'on reconnait cette influence de la réaction sur l'atomicité des éléments, il semble complètement inutile d'attribuer aux soudures des parties constitutives de la molécule la restriction de son pouvoir additionnel ou son état de saturation. Ce fait trouve suffisamment sa cause dans les changements apportés par la réaction.

Pour le même motif, si l'on découvre qu'un hydrocarbure privé de ce pouvoir additionnel renferme un nombre d'atomes d'Hydrogène double de ceux du Carbone + 2, on conçoit aussi comment tous les hydrocarbures, où ce rapport est conservé, forment une série de corps saturés, quelle que soit d'ailleurs leur complexité.

Ce n'est pas que nous désapprouvions les formules de structure apportées par le chimiste dans la description des corps. Nous croyons, au contraire, que, dans bien des cas, ces formules peuvent nous dépeindre la manière dont les générateurs sont pré-

sentés les uns aux autres dans la réaction, le nombre et l'espèce d'atomes qui donnent lieu par leur activité au composé nouveau. Mais si, en ce sens, elles nous paraissent tout à fait admissibles, nous ne saurions les regarder comme une expression réelle de la nature ou de la constitution essentielle de ces corps.

*
* *

La combinaison. Nous avons montré jusqu'ici comment les deux propriétés chimiques fondamentales des corps, l'atomicité et l'affinité, sont inhérentes aux natures; elles découlent du fonds substantiel des êtres. Si l'on examine les composés chimiques, soit au point de vue des espèces qui concourent à leur formation, soit au point de vue du nombre d'atomes que celles-ci y apportent, on voit avec combien de raison l'École les appelait les fins naturelles des substances réagissantes. Elles concourent en effet à sa réalisation en vertu de l'inclination même de leur nature.

Mais nous devons étudier plus intimement cette formation des synthèses, afin de bien faire saisir l'acte essentiel de la combinaison et les conséquences importantes qu'il est permis d'en tirer.

Lorsque deux corps doués d'affinité mutuelle, tels que l'Hydrogène et le Chlore, se trouvent en contact immédiat, et dans les autres conditions requises pour la réaction, toutes les énergies de ces deux atomes se mettent en exercice. Ce sont les forces mécaniques

d'attraction et de répulsion, les énergies physiques, la chaleur, l'électricité, la force magnétique et gravitique, enfin, les énergies chimiques proprement dites. Toutes ces forces tendent, disent les modernes, à se mettre en équilibre. C'est l'interprétation mécanique d'un principe de l'École : - Omne agens agit sibi simile. - Tout corps, en exerçant son activité sur un autre, tend à lui communiquer ses propriétés et sa manière d'être. Ces deux atomes en réaction concourent donc à réaliser un état d'assimilation ou une résultante commune. Si les natures chimiques sont douées de grande énergie, et très opposées l'une à l'autre, le travail qui doit amener la résultante sera très intense, et les substances subiront des altérations plus profondes. Si, au contraire, les natures diffèrent moins l'une de l'autre, au point de vue chimique, et si leurs énergies sont plus faibles, le travail deviendra moins grand, et sera proportionnel à la différence des natures. Mais chaque corps, nous l'avons vu, a ses propriétés connaturelles. Il possède une énergie chimique spécifique, indivisiblement unie à son être, un ensemble de puissances qui en émanent et revêtent un caractère spécial; enfin, des caractères extérieurs qui lui sont également connaturels. Quoique ces corps puissent conserver leur nature au sein de certaines modifications superficielles, on comprend très bien que les altérations des forces chimiques et physiques, et leur réduction à une résultante commune, cessent, à un moment donné, de répondre aux exigences par-

ticulières des espèces ; sinon, il faudrait dire que les corps sont indifférents à posséder telles propriétés plutôt que telles autres. Mais plus les substances réagissantes s'approchent de cet état d'assimilation finale, incompatible avec leur nature individuelle, plus aussi, d'autre part, ils présentent d'aptitude à se réunir dans une unité supérieure, qui soit en quelque sorte intermédiaire entre ces deux facteurs. C'est à ce terme dernier que les deux substances, ainsi modifiées, et en contact immédiat, se trouvent actualisées par un principe spécifique unique, substitut naturel des principes individuels. L'être ainsi formé jouit d'une unité essentielle ; c'est une espèce chimique nouvelle, douée, par conséquent, d'un ensemble de propriétés et de puissances connaturelles, mais il reflète les caractères de ses générateurs, proportionnellement aux altérations qui lui ont donné naissance.

Cette relation nécessaire entre la résultante finale et le composé nouveau nous montre l'origine de la diversité spécifique de toutes les synthèses chimiques. On peut faire varier cette résultante de trois manières, soit en changeant les éléments qui interviennent dans la formation de la synthèse, soit en augmentant ou en diminuant le nombre d'atomes des mêmes éléments, soit enfin en variant le mode de réaction mutuelle. Mais si la nature du composé doit toujours répondre aux altérations antécédentes, il est clair que, dans ces différents cas, l'on obtiendra nécessairement des synthèses spécifiquement distinctes.

Comme nous venons de le voir, l'élévation des générateurs à un état substantiel nouveau, à un être unique, tel est l'acte essentiel de la combinaison chimique. La conséquence immédiate qui se dégage de cette théorie, c'est la différence fondamentale entre la combinaison et les actes physiques en général. Considérez en effet les phénomènes physiques; quels qu'ils soient, tous se ramènent à des modifications accidentelles, et la substance, au sein de ces altérations, conserve toujours son être propre et sa nature. Les actions chimiques, au contraire, relèvent en dernière analyse d'une énergie spécifique spéciale à chaque corps, et aboutissent à une transformation essentielle des substances réagissantes. De la sorte, la physique et la chimie deviennent deux sciences essentiellement distinctes ayant chacune leur objet propre.

Ainsi apparaît également la raison dernière de l'opposition de caractères entre la combinaison et le mélange. Tandis que les corps mélangés, quelque intime que soit leur union, ne forment jamais que des agrégats, des groupements de masses diverses, les corps chimiquement composés constituent des individus chimiques nouveaux, essentiellement distincts de leurs générateurs. Dès lors, comme chaque être a ses propriétés connaturelles, des puissances indivisiblement unies à sa nature, on conçoit que les changements apportés par la combinaison, loin d'être, comme dans le mélange, passagers, superficiels et généraux, seront au contraire des change-

ments stables, profonds et propres à chaque composé. De même, puisque les synthèses naturelles sont le terme obligé des tendances natives des composants, puisque l'atomicité est une propriété inhérente aux natures, les rapports de poids suivant lesquels ces éléments s'associent pour la formation de ces synthèses, devront revêtir aussi le caractère de fixité et de constance. Au contraire, dans les mélanges, où l'association des masses n'est plus soumise aux exigences des natures, le rapport des quantités mélangées sera à la merci des circonstances, et partant variable et changeant.

En résumé, toutes les différences reconnues par le chimiste lui-même entre les actions chimiques et physiques, en général, deviennent des conséquences nécessaires de la théorie de l'École sur la nature de la combinaison.

*
* *

Les phénomènes thermiques. Nous ne pouvons passer sous silence un autre phénomène très important qui caractérise les combinaisons, c'est-à-dire le dégagement de chaleur.

La plupart des corps donnent lieu, en réagissant, à une production de calorique variable d'une combinaison à l'autre. Le chimiste regarde ce phénomène comme la mesure des affinités des substances réagissantes. On remarque aussi que, dans un grand nombre de réactions chimiques, la quantité de chaleur dégagée n'est pas à comparer avec la quantité

développée par les actions mécaniques comme le choc, le frottement ou les actions physiques. La formation d'une molécule-gramme d'eau à l'état gazeux est accompagnée d'un dégagement de chaleur de 57 calories, c'est-à-dire d'une force suffisante pour élever 25.225 kilogrammes à un mètre de hauteur en une seconde. Si l'on tient compte de la petitesse de la masse, qui équivaut ici à 18 grammes de matière, et de la grandeur du phénomène calorifique exothermique, il faut bien avouer que cette chaleur est énorme et dépasse considérablement celle qui relève de causes physiques ou mécaniques.

L'étude de ce phénomène soulève en conséquence trois questions. Quelle est la cause originelle de cette chaleur? Comment est-elle, dans la rigueur des termes, la mesure des affinités? D'où vient qu'elle caractérise les actions chimiques ?

Voyons si notre théorie permet de donner à ces problèmes une solution satisfaisante. A l'encontre du mécanisme nous avons reconnu dans les corps des forces proprement dites, essentiellement distinctes du mouvement local, ayant chacune leur activité propre. Au nombre des forces physiques nous plaçons l'énergie calorifique. Mais au delà de ces forces se trouve une énergie spécifique, qui révèle la nature de l'être dont elle découle et que nous nommons l'énergie chimique. C'est l'affinité considérée comme puissance de combinaison. Lorsque deux corps doués d'affinité mutuelle entrent en réaction, leurs forces mécaniques d'attraction et

de répulsion s'exercent et provoquent par l'échange de leur activité la mise en exercice des puissances physiques telles que la chaleur et l'électricité. Jusqu'ici, il n'y a pas encore d'action chimique proprement dite, et sans l'intervention d'autres forces, la réaction resterait confinée dans l'ordre des faits mécaniques et physiques. Mais ce déploiement des énergies inférieures met en éveil l'énergie chimique elle-même, et à ce moment, la combinaison passe à un ordre nouveau qui la caractérise. Or, lorsque le corps déploie cette force chimique, — la première et la plus profonde de celles qui émanent de son sein, — il se produit naturellement un accroissement d'intensité dans toutes les énergies subordonnées. Pendant toute la durée de la réaction celles-ci seront donc influencées par la première et la production de chaleur et même d'électricité sera d'autant plus grande que le développement de l'activité chimique aura été plus intense. Les phénomènes thermiques qui accompagnent les combinaisons révèlent donc une origine chimique qui rend compte de leur grandeur et de la différence énorme qui les sépare des mêmes phénomènes d'origine physique.

Mais comme ils sont solidaires de la force chimique ou de l'affinité, comme leur déploiement se proportionne nécessairement à l'intensité d'action de cette force, ces phénomènes calorifiques deviendront nécessairement la mesure de l'affinité.

Enfin, nous saisissons aussi la raison de leur constance et de leur caractère spécifique. En effet, le

dégagement de calorique se trouve toujours en fonction des activités chimiques; celles-ci, à leur tour, relèvent des natures en présence; il faudra donc bien que la formation de chaque composé s'accompagne dans les mêmes circonstances d'un phénomène thermique spécial et constant.

Dans cet exposé, nous avons considéré surtout la production de la chaleur; c'est sur elle que se porte principalement l'attention du chimiste. Cependant le développement de l'électricité se trouve soumis de la même manière à l'action chimique (1) et pourrait aussi nous en donner la mesure; mais cette force est moins appréciable que la chaleur, et généralement pour ce motif on s'en occupe moins. D'ailleurs, ces deux phénomènes ont absolument la même explication.

Changement de volume.

La combinaison peut être considérée enfin au point de vue des résultats. Examinons d'abord le changement de volume.

En passant à l'état de composé chimique les corps conservent parfois le volume qu'ils avaient avant cette union, de sorte que le volume du composé équivaut à la somme des volumes des composants. Mais le plus souvent cependant la réaction donne lieu à une contraction ou à une dilatation des masses combinées.

Il ne sera pas sans utilité de montrer ici qu'il y a une distinction importante à faire entre le volume

(1) P. Secchi. L'unité des forces physiques, p. 562.

réel et le volume apparent. Le premier consiste dans la portion de l'espace occupée réellement par la matière du corps. Le second comprend de plus les espaces interparticulaires, vides ou remplis d'une matière hétérogène. En conséquence, la dilatation et la contraction des corps sont réelles si le volume réel varie ; elles sont apparentes si elles aboutissent seulement à un rétrécissement ou un agrandissement des pores qui séparent les éléments combinés.

En général, les chimistes ne s'occupent que du volume apparent et des variations qu'il subit. D'après l'hypothèse d'Avogadro et d'Ampère, des volumes égaux de vapeurs et de gaz renferment dans des conditions physiques identiques un même nombre de molécules. Ils attribuent à celles-ci le même volume. Mais il ne s'ensuit nullement que les masses moléculaires des différents gaz remplissent une même portion de l'espace. Ces molécules, d'après leur opinion, se trouvent à des distances énormes, relativement à leur étendue réelle. Chacune d'elles peut occuper un volume réel différent ; mais comme le nombre de molécules est identique dans chaque corps gazeux, le volume réel augmenté d'une partie de l'espace intramoléculaire vide de matière pondérable, constitue un volume moléculaire apparent, généralement de même grandeur, pour les différentes substances réduites à l'état gazeux.

La plupart des savants partagent ces idées et

affirment que les contractions et les dilatations des corps gazeux solides ou liquides, consistent uniquement dans le rapprochement ou l'éloignement de leurs particules matérielles, sans influencer jamais les dimensions réelles de la masse.

A l'encontre de cette théorie, nous croyons que le volume réel des corps éprouve parfois, dans les actions chimiques, de véritables changements; en d'autres termes, la même quantité de matière peut présenter des dimensions plus grandes ou plus restreintes.

Cette opinion, semble-t-il, doit finir par s'imposer, si l'on considère les conséquences inadmissibles qu'entraine la théorie moderne. Certains corps, en effet, passent subitement, au moment de leur combinaison, de l'état solide ou liquide à l'état gazeux, et occupent naturellement un espace plusieurs centaines de fois supérieur à leur volume précédent. Cependant, malgré cette énorme dilatation, on constate, par l'expérience, qu'il s'exerce, entre toutes les particules, une attraction et une répulsion constantes. A moins d'admettre l'action à distance, il faut donc accorder que ces particules sont ou bien en contact immédiat, ou bien en contact médiat, grâce aux molécules d'éther interposées. Mais ce même volume gazeux peut être considérablement dilaté ou comprimé, sans que ses molécules soient soustraites à ces influences mutuelles. Dès lors, leur dilatation et leur contraction ne seront plus apparentes mais réelles; et, cet état gazeux, résultant

de la combinaison, impliquera nécessairement un changement dans le volume réel des corps combinés.

Nous avons choisi à dessein un changement de volume plus sensible, mais les considérations émises s'appliquent de la même manière à des modifications moins considérables.

Ce fait, comme les précédents, paraît se concilier parfaitement avec la nature de la combinaison telle que nous l'avons décrite.

Le composé chimique, avons-nous vu, ne consiste pas dans un groupement d'atomes équilibrés, mais il constitue une substance nouvelle, spécifiquement distincte de ses générateurs, et douée d'un ensemble de propriétés qui lui sont naturellement unies. Parmi les propriétés des corps se trouve l'étendue. C'est un accident distinct de la substance qui a pour effet de lui donner ses dimensions dans l'espace. Une même quantité de matière, d'après les variations de cet accident, peut donc occuper successivement des portions très variées de l'espace. Mais chaque corps a ses aptitudes naturelles à telle étendue déterminée. Si le composé possède les mêmes aptitudes que les éléments intervenus pour sa formation, son volume sera la somme des volumes des composants. Tel est le cas de l'acide Chlorydrique formé de deux corps gazeux : l'Hydrogène et le Chlore. Cette combinaison se fait sans condensation. D'autrefois, la nature du composé requiert une étendue ou une expansion plus grande. Le volume réel diminuera

proportionnellement aux exigences natives de cette substance nouvelle. Si, au contraire, le composé exige une étendue plus restreinte, nous aurons le cas d'une condensation ou d'une contraction réelle. Les variations de volume subies par les générateurs se trouvent ainsi en rapport avec les exigences naturelles de la synthèse qui en est le résultat.

La raison physique de la constance de ces phénomènes propres à chaque composé n'est pas moins nettement assignée. Elle repose finalement sur la nature de l'être.

D'autre part, cette synthèse elle-même étant le terme obligé de la réaction, et l'effet de l'activité simultanée de plusieurs éléments, on conçoit, que si l'un de ceux-ci se fait remarquer par un état gazeux parfait et très stable, il est tout naturel que le composé reflète à son tour les aptitudes de cet élément prédominant, et prenne lui-même l'état gazeux. Ce fait se présente très fréquemment en chimie. L'Hydrogène, gaz parfait, communique son état à tous les hydrures normaux, quel que soit d'ailleurs l'état physique des éléments négatifs combinés avec lui. L'eau seule fait exception à cette règle.

Cette théorie présente encore plusieurs avantages que nous devons citer. D'abord, elle peut défendre la contraction réelle de la matière et en même temps éviter la compénétration. Si les parties étendues des corps conservaient toujours leur extension, on ne saurait les comprimer sans que ces parties diverses vinssent occuper une même portion de l'espace et se

compénétrassent. Or, il est aisé de voir qu'une telle compénétration est naturellement impossible. Mais si l'étendue des corps consiste en un simple accident, susceptible de variations, au même titre que les autres propriétés, l'extension de toutes les parties subira des modifications proportionnelles à l'intensité de la compression. Par conséquent, un volume donné pourra contenir des quantités de matière très considérables et fort diverses, sans aucune compénétration, car l'étendue qui donnait le volume primitif varie avec la contraction (1).

Cette conception, comme on le voit, se rattache intimement à la théorie des natures spécifiques. Étant posé que la matière n'est pas uniformément répandue dans l'univers, que les corps, dans les mêmes conditions physiques, renferment, sous un même volume, des quantités très variées de matière pondérable, il faut bien placer dans la masse elle-même des aptitudes diverses à l'étendue. En d'autres termes, si la matière de tous les corps était vraiment homogène, son expansion dans l'espace serait identique partout, et l'égalité de volume réel aurait pour conséquence nécessaire l'égalité de poids.

En second lieu, cette hypothèse des contractions et des dilatations réelles donne la solution de certaines difficultés, qui, sans cela resteraient sans réponse, du moins dans certains cas. Nous savons par l'expérience que les attractions et les répulsions des corps sont fonction de la distance. La distance aug-

(1) P. Cornoldi. Inst. Met. spec., lect. XXXVIII.

mente-t-elle, leur intensité diminue; si, au contraire, elle diminue, l'intensité s'accroît. Mais pour que les êtres s'influencent réciproquement ou exercent l'un sur l'autre l'activité de leurs forces intrinsèques, il faut le contact immédiat ou médiat. Comment concilier alors avec cette condition de l'activité des êtres, le principe de physique que nous venons d'énoncer. Ne semble-t-il pas, au contraire, que l'action à distance, sans milieu interposé, en est une conséquence nécessaire?

Cette hypothèse, disions-nous, concilie ces deux assertions qui paraissent opposées à première vue. Lorsqu'un corps, à la suite d'une combinaison ou d'une décomposition, passe à l'état gazeux, il acquiert incontestablement une force répulsive intense. Nous en avons l'exemple dans les substances explosives, la dynamite et la mélinithe. Leur dilatation s'accompagne d'un déploiement de force capable de renverser les obstacles les plus puissants. Mais comme l'énergie d'un corps est répandue dans toute sa masse, on comprend qu'il suffit de contracter celle-ci pour contracter également l'énergie dont elle est douée; de même la dilatation de l'une implique l'extension de l'autre. Or, plus une force est, si l'on peut dire, condensée, plus son activité est intense; plus, au contraire, elle doit s'étendre avec la masse, plus aussi son action diminuera d'intensité. Ceci posé, représentons-nous deux molécules gazeuses à cet instant où commence l'expansion du gaz. Les centres de ces molécules, encore peu dilatées, se trouvent fort rap-

prochés, et leur répulsion réciproque est à son apogée, car leurs forces respectives atteignent leur maximum de condensation. Tout en restant en contact, ces molécules tendent à occuper leur volume connaturel; elles s'étendent dans l'espace, en exerçant entre elles et sur les corps voisins leur énergie répulsive. Mais à mesure que la dilatation augmente, les centres s'éloignent, et les forces, plus diffuses, perdent en énergie ce qu'elles gagnent en extension.

Malgré le contact immédiat et constant des deux molécules, la répulsion qui s'exerce entre elles diminue donc proportionnellement à la distance de leurs centres d'activité. Grâce à la théorie de la dilatation réelle, le principe physique énoncé plus haut se trouve ainsi vérifié, sans qu'il ait fallu recourir à l'hypothèse erronée de l'action à distance (1).

Dans l'interprétation de ce fait, nous nous sommes représenté, dans la molécule, un centre fictif d'activité. Mais cette fiction même n'est nullement étrangère à la science physique et à la mécanique. Le centre de gravité d'un corps, c'est le point d'application de la pesanteur, c'est-à-dire le point fixe par lequel passe constamment la résultante de toutes les actions que la pesanteur exerce sur les molécules de ce corps, dans toutes les directions qu'il peut prendre. On sait cependant que la force de la pesan-

(1) Il ne faudrait pas s'imaginer, toutefois, que, dans un volume de gaz donné, toutes les molécules homogènes du corps se touchent de façon à ne plus laisser de place aux molécules de l'éther. Telle n'est point notre pensée; et si nous défendons la dilatation réelle, nous ne voyons aucun inconvénient, d'autre part, à ce que l'on interpose, entre des particules de matière pondérable, des molécules d'une matière plus subtile susceptible de dilatation et de contraction réelle.

teur s'exerce sur toutes les molécules du corps et l'incline à tomber suivant une ligne droite.

De même, on démontre, en mécanique rationnelle, que la résultante de toutes les attractions exercées par les molécules d'une sphère, sur une autre molécule placée en dehors de cette sphère, a pour direction la ligne qui joint cette molécule au centre. On considère donc ce point comme le centre d'action, quoique, en réalité, la force attractive soit exercée par toutes ces molécules et par chacune d'elles (1).

Nous avons considéré spécialement, dans le résultat de la combinaison, le changement de volume. C'est le seul phénomène qui demande un examen plus attentif.

L'apparition de propriétés nouvelles n'offre aucune difficulté. Puisque le composé constitue une espèce chimique, il doit évidemment posséder toutes les propriétés connaturelles et propres à cette espèce.

*
* *

La décomposition des substances chimiques. La manière d'interpréter la décomposition des corps dépend de l'idée qu'on se fait de leur combinaison. Si l'on réduit le composé à un groupement d'atomes dont chacun conserve son être individuel, on ne peut voir dans sa décomposition qu'une désagrégation, ou une soustraction des éléments à leurs influences réciproques. Si, au contraire, on soutient que l'acte de la combinaison consiste dans l'élévation

(1) Langlebert. Physique, p. 25.

des générateurs à une unité supérieure, le caractère essentiel de la décomposition sera le retour de ces éléments à leur état substantiel propre, grâce à une information spécifique de leurs bases matérielles renfermées dans la synthèse. Rigoureusement parlant, la séparation des éléments n'est qu'une conséquence de l'acte de décomposition qu'elle présuppose (1). Faisons l'application de cette dernière hypothèse aux faits dûment constatés.

La plupart des combinaisons chimiques sont exothermiques; elles se font avec un dégagement de chaleur qui mesure l'affinité et la perte d'énergie subie par les corps combinés. Mais on remarque que la décomposition de ces synthèses s'accompagne d'un phénomène calorifique inverse, égal au premier ; en d'autres termes, pour décomposer ces corps, il faut leur communiquer autant de calorique qu'ils en ont perdu lors de leur formation. Ce fait, admis par tous les chimistes, établi d'ailleurs par une expérience constante, demande sa cause; et celle-ci doit se trouver dans le composé lui-même. De même, en effet, que le phénomène exothermique est spécial et constant pour chaque synthèse, de même l'absorption de chaleur inversement proportionnelle, qui accompagne sa décomposition, est spéciale à chacune d'elles.

Pour bien saisir l'explication de ce phénomène, il faut d'abord se rappeler le mode de formation d'une

(1) « Ad id autem quod dicitur ipsa elementa esse separabilia... dico etiam quod separabilia sunt eo quod ex mixto possunt elementa generari rursus. » Toletus in lib. de Gen. et Corruptione.

nouvelle synthèse, et la manière dont les éléments s'y retrouvent.

Lorsque l'Hydrogène et l'Oxygène, par exemple, se combinent dans la formation de l'eau, avec un immense dégagement de chaleur, le corps nouveau, qui s'en forme, n'est définitivement constitué qu'au terme des altérations réciproques qui nécessitent le passage des substances réagissantes à cette intégration supérieure.

La nature ne procède pas par sauts dans cette intégration. Pour parvenir aux fins qu'elle poursuit, elle ne néglige aucun des moyens qui peuvent les réaliser ; son activité, en un mot, ne se livre pas à un jeu capricieux. Mais si la formation des composés révèle toujours cette dépendance à l'égard de la prédisposition prochaine des éléments générateurs, le retour de ces éléments à l'état de liberté sera soumise également aux mêmes lois ; chacun d'eux ne reprendra son être individuel qu'après avoir reçu une prédisposition particulière, qui le rapproche de son espèce. Or, le phénomène exothermique nous a donné la mesure de la réaction et des altérations qui précèdent la constitution définitive du composé ; la restitution de la même chaleur, à son tour, réalisera les conditions que réclame le retour des éléments.

Toute synthèse chimique, il est vrai, forme une seule substance douée d'unité essentielle ; mais les corps qui ont concouru à sa formation ne sont point annihilés. Leurs bases matérielles sont parfaitement

conservées, et, dans l'acte de la combinaison, ils n'ont été dépouillés de leurs principes spécifiques que pour revêtir une détermination substantielle commune, qui répondait à leurs exigences. Malgré son unité, cette synthèse comprend donc des parties diverses, dont chacune représente réellement un des éléments générateurs. Sans doute, à raison de leurs altérations réciproques, tous ces éléments se sont naturellement associés pour constituer un seul corps composé. Mais est-il moins naturel que ce principe spécifique commun, véritable intermédiaire entre plusieurs principes distincts, actualise toutes ces bases matérielles, de façon que les parties diverses de l'être manifestent des relations spéciales avec leurs formes antérieures? Nier ce fait, ne serait-ce pas supprimer toute raison physique du retour des éléments, et méconnaître un lien de succession entre le composé et les générateurs? Le corps jouit donc d'une véritable unité, car il possède une seule forme essentielle; mais ses puissances, réellement étendues dans toute sa masse, revêtent, dans les différentes parties, une manière d'être spéciale en rapport avec les éléments qu'elles représentent.

Lorsque la chaleur vient réagir sur un composé ainsi constitué, elle n'est pas absorbée dans la même mesure par toute la masse; le corps en reçoit, au contraire, des quantités différentes, d'après les aptitudes diverses de ses parties; les puissances passives se développent graduellement, jusqu'à ce qu'enfin, la somme de chaleur dégagée dans la combinaison

leur étant rendue proportionnellement à leurs aptitudes, l'harmonie des puissances soit compromise et finalement brisée ; le principe spécifique unique, qui maintenait le tout dans l'unité de l'être, disparaît alors, et cède la place aux formes essentielles réclamées par les dispositions spéciales de ces parties. De même que le phénomène exothermique rend l'union naturelle, le phénomène endothermique, équivalent au premier, amène fatalement la dissolution ou le retour des composants à l'état de liberté.

Mais la décomposition ne se fait pas toujours dans ces mêmes conditions. Il existe un certain nombre de composés dont la désagrégation chimique donne lieu à un dégagement de chaleur sensible. Ils restituent au milieu ambiant le calorifique absorbé lors de leur combinaison.

On pourrait donner de ce fait plusieurs raisons plausibles, qui toutes peuvent parfaitement se concilier avec l'unité du composé. Nous nous arrêtons à la suivante. Les composés endothermiques, en général, sont formés par des corps qui ont peu d'affinité. Pour se constituer dans leur état nouveau, ils dépendent naturellement du secours d'un agent extrinsèque, c'est-à-dire de la chaleur. Grâce à cet accroissement de forces calorifiques, ils deviennent capables de surmonter les obstacles puissants qui s'opposent à leur réaction, et forment une union précaire et très peu stable. L'échange d'activité étant très faible, les altérations sont moins profondes, et les éléments contenus virtuellement dans cette

synthèse retournent plus facilement à leur état antérieur. Qu'une cause extrinsèque exerce son action sur ce composé, aussitôt les générateurs, dont la nature fut en quelque sorte violentée dans cette réaction, cèderont leur excès de chaleur; la molécule, privée des forces qui protégeaient son unité contre les puissances répulsives de l'éther, en subira l'influence délétère, et ses parties plus rapprochées de leur espèce reprendront leur être primitif.

Nous pourrions entrer dans de plus amples détails au sujet de ces faits chimiques; appliquer, par exemple, la théorie aux différents modes de décomposition, considérer ces actes dans leurs causes et leurs résultats. Mais si l'on y fait bien attention, l'explication de tous ces cas consiste, en dernière analyse, à montrer, dans la synthèse, une permanence virtuelle des éléments, suffisante pour expliquer les propriétés et les aptitudes réelles que cette synthèse nous manifeste.

Or, nous l'avons vu, le composé est toujours le terme obligé de la réaction de plusieurs natures. C'est l'être vers lequel elles convergent par l'échange de leurs activités. Il constitue, comme dit l'Ange de l'École, un terme intermédiaire (1) qui ne réprésente aucun de ses générateurs à l'exclusion de l'autre, mais il participe à la nature de l'un et de l'autre, selon l'exigence des altérations antérieures à sa

(1) S. Thomas. In lib. Gen. et Corrup. lect. 8a. « Quando elementa miscentur, formae corrumpuntur et remanent virtute, et tunc illud medium non est sic in potentia sicut materia nec simpliciter alterum elementum sed medium inter ea. »

constitution définitive. Si la réaction se fait avec intensité et grand dégagement de chaleur, si les modifications des générateurs sont très profondes, les énergies chimiques du composé seront inférieures à celles des composants, et leurs aptitudes à la combinaison profondément différentes. Si, au contraire, le phénomène de la combinaison est endothermique, les éléments présentent, dans le composé, une recrudescence d'énergie, et conservent leurs affinités natives. Ces relations entre la synthèse et les éléments découlent nécessairement de la nature du composé et de son mode de formation. Malgré l'unité essentielle de la synthèse chimique, toutes les propriétés doivent donc se concilier nécessairement avec sa nature et son rôle. Il ne peut y avoir d'autre difficulté que d'expliquer comment, dans la réalité, cet être unique remplit ces fonctions diverses. Or rien ne s'oppose à ce que nous disions que cet être est composé de diverses parties, qui, toutes, sont intrinsèquement unies par un seul principe spécifique. En d'autres termes, ses puissances actives et passives, réellement étendues dans toute la masse, nous pouvons nous les représenter comme douées d'une manière d'être spéciale dans les parties diverses représentatives des éléments. A raison de la communauté d'origine de ces puissances, et de leur attache indivisible à ce même fond substantiel, une partie ne pourra renaître et reprendre son état substantiel primitif sans que les autres subissent une transmutation semblable; d'autre part, selon

que le corps réagissant présente plus d'affinité pour l'un ou pour l'autre des éléments de la synthèse, il pourra modifier différemment la partie représentative de cet élément, en subir lui-même la réaction, et finir par se combiner avec elle, tandis que les autres seront remises en liberté. Ce cas est très fréquent en chimie; il se produit dans la formation de cette nombreuse catégorie de corps qu'on nomme les sels.

Dans cette hypothèse, si l'on se représente le composé avant la réaction, on y trouve sans doute une diversité de parties, mais parfaitement en rapport avec la nature spéciale d'une synthèse; il y existe, en un mot, ce tempérament de puissances et cette harmonie à laquelle les scolastiques font si souvent allusion; mais l'on voit aussi comment cette harmonie peut et doit se briser sous l'influence d'un agent chimique extrinsèque (1).

Conséquemment, soit que l'on varie les substances réagissantes, soit que l'on ait recours aux agents physiques, lumière, électricité ou chaleur, la décomposition, considérée dans ses modes divers et dans ses résultats, restera nécessairement en fonction de cette permanence virtuelle des éléments dans la synthèse.

(1) S. Thomas. De natura materiae C. 8. « In mixto manent formae miscibilium secundum virtutem : virtus autem ad actum pertinet et ideo in mixto est unde agatur ad generationem alterius miscibilium secundum quod virtus unius miscibilium vincit proportionem in qua salvatur forma mixti, unde corrupto mixto, generatur forma simplex. »

Art. II. Explication des faits de l'ordre physique.

Les propriétés spécifiques des corps. Dans l'article précédent nous avons mis la théorie scolastique en face des principaux faits d'ordre chimique. L'explication que nous en avons donnée n'a pas toujours été conforme aux vues des savants modernes, mais il serait bien difficile de ne pas reconnaître que tous ces faits, sans exception, se concilient entièrement avec les principes fondamentaux du système philosophique de l'École. La diversité des poids atomiques et leur constance, l'affinité chimique sous ses différents aspects, l'atomicité, les changements de volume et les phénomènes thermiques qui accompagnent les réactions, les effets de la combinaison et les circonstances du retour des éléments à l'état de liberté, tout cet ensemble de faits se comprend sans peine dans cette hypothèse des natures spécifiques; la plupart même en sont des conséquences obligées.

Mais cette puissance, cette fécondité de la théorie, loin de s'affaiblir sur le terrain de la physique, s'y vérifie mieux encore. Ces faits nous sont connus; nous les avons exposés, en faisant l'examen du mécanisme. Rappelons ici la conclusion générale que nous avons tirée de cette étude : la forme cristalline, l'état naturel, la densité, les propriétés acoustiques, calorifiques, optiques, électriques et magnétiques revêtent, dans les différentes substances, des

caractères spécifiques. Ce sont autant de propriétés spéciales qui leur sont naturellement attachées. Or qu'y a-t-il de plus naturel que ce fait, que des substances spécifiquement distinctes présentent des propriétés spécifiques? Si les corps simples et les composés de la chimie sont, comme le soutenait l'Ecole, des natures différentes, il faut bien aussi que les propriétés et les activités de ces êtres révèlent la spécificité du fonds substantiel auquel elles se rattachent en dernière analyse. Ces faits non seulement s'expliquent dans la théorie, mais ils la confirment et la justifient; car si l'on peut remonter des manifestations des êtres à leur nature intime, il paraît très rationnel de placer entre les substances variées du monde inorganique une distinction essentielle.

Inutile de passer en revue chacun de ces phénomènes physiques. L'un d'eux cependant mérite une attention spéciale : c'est la forme cristalline. Chaque corps cristallisable, nous l'avons vu, possède une structure cristalline spécifique et constante. L'explication la plus plausible du phénomène de la cristallisation consiste à attribuer à la molécule même la forme du cristal entier. Cela posé, on comprend aisément que ces embryons cristallins, livrés à leurs attractions réciproques, iront se placer tout naturellement en séries rectilignes, à égale distance les uns des autres, et présenteront une même face à l'espace. L'arrangement interne du cristal n'offre donc plus de difficulté. Il en est tout autrement

quand il s'agit d'expliquer la forme de la molécule elle-même. D'où vient que la molécule de chaque corps ait sa forme cristalline irréductible et incompatible avec celle d'un autre corps? Sans doute, les masses moléculaires propres aux différentes substances chimiques sont de grandeur différente, mais y a-t-il l'ombre d'une répugnance à ce que des quantités de matière plus ou moins grandes soient englobées sous une surface externe aux contours identiques? Évidemment non; et il serait puéril, à notre avis, de placer dans une simple différence quantitative de masse la raison de cette diversité de formes cristallines. Les circonstances extérieures, à leur tour, sont impuissantes à justifier ce fait : elles varient pour un même corps, et, dans des circonstances identiques, la molécule de chaque corps prend néanmoins sa forme spécifique. Tout au plus pourrait-on leur attribuer l'apparition des multiples formes secondaires sous lesquelles une même masse se présente; mais la forme primitive, constante au sein de ces variations, requiert certainement d'autres causes.

Aussi ce phénomène nous paraît-il inexplicable si l'on ne trouve dans la molécule elle-même la raison d'une aptitude spécifique et constante à cette forme caractéristique. Or ne semble-t-il pas que des masses homogènes soient vraiment impuissantes à nous manifester des aptitudes spécifiquement distinctes? Les molécules des différentes substances ne se diversifient donc pas seulement par la grandeur

de leur masse ; elles sont des natures essentiellement distinctes entre elles ; et leur diversité spécifique paraît seule justifier l'existence de ces aptitudes variées (1).

Les exceptions à cette loi de corrélation entre la forme cristalline et la nature de l'être (c'est-à-dire les cas d'isomorphisme et de polymorphisme), ne sont qu'apparentes. D'ailleurs, y eût-il réellement un cas où cette loi générale se trouvât en défaut, en présence du très grand nombre de cas où elle se vérifie, n'aurait-on pas raison de reconnaître à chaque substance une forme spécifique, et d'attribuer les dérogations à des causes spéciales, qui viendraient entraver une tendance vraiment naturelle ?

* * *

Les propriétés physiques sous leur aspect mécanique, et le rôle du mouvement local. Les propriétés physiques, que nous venons de considérer et de justifier d'après les principes de l'École, se distinguent considérablement du mouvement local. Ce sont des qualités stables, dont la destination première est de perfectionner la substance matérielle ; elles lui sont naturellement unies, et, à raison de leur relation intime avec le fonds substantiel de l'être, comme en vertu de leurs caractères spécifiques, elles peuvent

(1) « Sicut quantitas propinquissime se habet ad substantiam inter alia accidentia, ita forma... propinquissime se habet ad formam substantialem. » S. Th. In libr. 7 phys. lect. 5a.

nous servir de criterium dans la spécification des substances inorganiques.

Lorsque nous percevons la couleur, les odeurs, la saveur, la chaleur et les autres propriétés sensibles des corps, nos perceptions ne consistent donc pas, comme le prétend l'hypothèse mécaniste, en un simple mouvement local; mais à chacune de ces représentations sensibles correspond, dans la substance matérielle, une réalité positive spéciale, une qualité proprement dite. Toutes ces propriétés, en un mot, constituent des perfections intrinsèques des corps, essentiellement distinctes du mouvement et irréductibles entre elles.

Cette théorie, comme on le voit, sauvegarde admirablement l'objectivité réelle de nos sensations, et nous fait voir en même temps, dans la diversité spécifique des sensibles propres, la raison foncière de la diversité des organes destinés à les percevoir.

Cependant on ne peut nier que les phénomènes physiques ne présentent aussi un aspect mécanique. Toutes ces qualités sensibles, en effet, agissent constamment sur nos sens, et leur activité s'accompagne toujours du mouvement local; le son, par exemple, détermine un mouvement vibratoire dans les particules intégrantes de la masse pondérable, et ne peut se transmettre à l'ouïe sans un mouvement des molécules de l'air; la chaleur rayonnante produit des vibrations transversales de l'éther; la chaleur conductible se fait reconnaître par certaines vibrations des molécules de la matière pondérable;

la couleur enfin donne lieu à des mouvements vibratoires de l'éther ambiant, et n'influence la rétine de l'œil qu'en déterminant des mouvements continus dans ce milieu interposé.

Notre théorie, tout en restant d'accord avec ses principes, peut-elle se concilier avec ces données de la science ? Nous essayerons de le montrer en définissant le rôle du mouvement local et le rapport qu'il établit entre les activités et les qualités sensibles des êtres matériels.

Sans être jamais un principe d'activité, le mouvement local n'est pas moins d'une importance capitale dans le monde, à raison des conditions requises pour l'activité des agents corporels. Ceux-ci en effet n'échangent leurs énergies que s'ils sont en contact de manière à ce qu'une partie de l'un touche réellement une partie de l'autre. Dès lors, pour que deux corps séparés et à distance exercent leur activité l'un sur l'autre, un mouvement local est nécessaire afin de réaliser le contact. Il ne faudrait pas s'imaginer cependant que ce mouvement devient la cause des phénomènes auxquels les corps ainsi rapprochés donnent lieu. La chimie le montre clairement : dans maints cas, la réaction commence à la suite du simple rapprochement des masses, et s'accompagne d'un dégagement énorme de chaleur ou d'électricité, qui n'a rien de commun avec le mouvement local communiqué. C'est une simple condition de la mise en exercice des forces matérielles intrinsèques aux corps. Le docteur Angélique traduit

cette idée avec beaucoup de précision dans sa somme contre les Gentils : « Nullum corpus agit nisi moveatur, eo quod oportet agens et patiens esse simul vel faciens et factum. Simul autem sunt quae in eodem loco sunt, locum autem non acquirit corpus nisi per motum » (1).

Le mouvement local, en second lieu, se révèle comme un effet des forces mécaniques. Lorsqu'un corps en repos reçoit une impulsion d'une autre masse matérielle, cette impulsion reçue, cette énergie motrice incline au mouvement le corps où elle se trouve. C'est un phénomène vérifié constamment par l'expérience. Les forces de répulsion et d'attraction, à leur tour, n'exercent jamais leur activité sans déterminer dans le corps soumis à leur influence une énergie motrice d'où résulte le mouvement local. Quoique le terme premier et immédiat de l'exercice de ces forces soit une perfection réelle et stable de la substance, cette détermination reçue tend nécessairement à incliner le corps au mouvement.

D'autre part on comprend aussi que la dépense d'une énergie mécanique doit être d'autant plus grande que la masse à mouvoir offre plus de résistance, et que la vitesse communiquée est plus accélérée ; la quantité de mouvement équivalent au produit de la masse par la vitesse devient naturellement la mesure, du moins partielle, de ces forces motrices.

(1) Sum. cont. gent. l. 2, c. 20.

Selon les différents points de vue auxquels on se place, il est donc permis de voir dans le mouvement local, soit une condition de l'activité des corps, soit un effet secondaire de cette activité, soit une mesure de l'intensité de leur action.

Nous avons considéré spécialement le mouvement local dans ses rapports avec les forces mécaniques, mais les considérations émises s'appliquent également aux énergies physiques et chimiques. L'électricité, la lumière, la chaleur, l'affinité sont des forces intrinsèques aux corps, et essentiellement distinctes entre elles ; elles ont une activité spécifique, et communiquent des perfections différentes aux substances soumises à leur influence ; mais toutes ces perfections réalisées, et chacune d'elles, s'accompagnent toujours d'un mouvement local, proportionné à leur intensité. Malgré leur caractère distinctif, elles jouissent, en conséquence, de cette propriété commune de pouvoir déterminer le corps au mouvement ; elles sont, en un mot, des forces motrices dans leur destination secondaire (1).

On ne doit pas s'imaginer cependant que ces puissances intrinsèques déterminent le mouvement dans les êtres mêmes dont elles émanent. Ce serait évidemment attribuer aux substances inorganiques une action immanente qui n'appartient qu'aux êtres doués de vie. Un atome ou une molécule exerce toujours son activité sur une autre particule de

(1) Cl. De San. Inst. Met., spec., p. 338, et suiv.

matière, et ne subit en elle-même aucune modification par suite de son action ; le mouvement en question se trouve dans la particule influencée et résulte d'une détermination reçue de l'extérieur. Il est vrai que toutes les molécules d'une masse matérielle peuvent être douées en même temps de mouvement local, mais le principe d'action et de réaction nous en donne la raison : lorsqu'un point matériel sollicite au mouvement un autre point matériel, il se développe dans celui-ci une force égale et contraire, qui réagit sur le premier. De la sorte, chacune de ces molécules reçoit d'une influence extrinsèque la cause immédiate de son mouvement.

Toutes les autres propriétés physiques des corps, capables de modifier nos organes des sens, la couleur, les odeurs, les saveurs, etc., manifestent de même ce caractère secondaire d'énergie motrice ; toutes présentent dans leur activité un aspect mécanique qui permet d'en apprécier l'intensité. Néanmoins les impressions qu'elles déterminent en nous par l'intermédiaire de l'air ou de l'éther sont spéciales à chacune d'elles et répondent à leur énergie et à leur caractère spécifique.

Lorsque les rayons lumineux qui donnent au corps sa couleur sont réfléchis vers l'œil du spectateur, l'activité de la force luminique communique aux molécules de l'éther une qualité d'où résulte le mouvement. Ces molécules à leur tour s'influencent successivement et produisent sur la rétine de l'œil une impression similaire, accompagnée elle aussi d'un mouvement local.

Si la qualité active du corps est la chaleur, l'altération des particules de l'air sera spécifiquement différente de la précédente. Il en sera de même de l'altération du sens du toucher.

A toutes ces perceptions sensibles répondront des réalités objectives diverses, mais la masse matérielle extérieure, le milieu interposé et l'organe visuel seront soumis à un mouvement local proportionné à l'énergie de la qualité reçue.

Ainsi entendue, l'hypothèse scolastique se concilie facilement, comme on le voit, avec les découvertes de la science et les autres exigences de la raison. Elle maintient l'irréductibilité et la spécificité des phénomènes physiques conformément au témoignage des sens. Elle attribue aux qualités une énergie motrice qui rend compte du mouvement local. Elle nous permet, enfin, à raison de leur aspect mécanique, de les ramener toutes, avec la physique moderne, à une commune mesure, tout en conservant à chacune d'elles son caractère spécifique.

Rien ne s'opposait à ce que les physiciens fissent abstraction de la diversité qualitative de ces phénomènes pour n'examiner que le mouvement local qui les accompagne et en donne la mesure. Mais, de fait, le côté mécanique fut à tort considéré comme seul réel, et la théorie mécanique devint la conséquence obligée de cet exclusivisme scientifique.

⁂

Le principe de la conservation de l'énergie. La somme globale d'énergie de l'univers reste constamment la même ; tel est le sens réel de ce principe de la physique. L'énergie potentielle, de même que l'énergie actuelle, peut sans doute varier, mais ces variations sont régies par une loi d'équivalence, d'après laquelle la diminution de l'une se trouve toujours compensée par un accroissement de l'autre. En énonçant ce principe les physiciens se sont fait de la nature corporelle une conception bien différente de celle que nous défendons ; ils se représentent le monde comme un ensemble de points matériels, occupant dans l'espace des positions différentes et susceptibles de mouvement local. Ils attribuent l'énergie actuelle aux masses en mouvement ; et l'énergie potentielle n'est d'après eux que la puissance d'action possédée par le corps à raison de la position qu'il occupe.

Lorsque nous avons rapproché la théorie mécanique de ce principe, nous avons vu qu'en ramenant toutes les forces matérielles à du mouvement local ce système supprimait fatalement la distinction des deux sortes d'énergies, la potentielle et l'actuelle. La théorie scolastique au contraire conserve cette distinction requise ; la force gravifique, en effet, consiste, d'après elle, en une énergie réelle, essentiellement distincte du mouvement. Elle s'exerce sur tous les corps et les incline à tomber. Une masse

suspendue dans l'espace possède, à raison de cette force, une véritable puissance d'action, une énergie potentielle qui déterminera le mouvement de la masse dès que l'obstacle qui s'oppose à sa chute sera levé ; de même les énergies chimiques sont des énergies potentielles, douées du pouvoir de déterminer le mouvement et de donner lieu à des effets mécaniques, lorsque leurs conditions d'activité sont posées. Les corps, en un mot, peuvent être doués d'une véritable énergie, même à l'état de repos.

La seconde forme d'énergie, appelée actuelle, présente également un sens intelligible. Quoique le mouvement local, comme tel, ne soit jamais un principe d'action, il est toujours uni, dans le corps où il se trouve, à une force proprement dite, dont il mesure l'intensité. Dès lors toute masse en mouvement jouit d'une énergie actuelle, et les effets qu'elle détermine trouvent en elle une cause qui suffit à les réaliser. Mais ce n'est pas assez qu'une théorie sauvegarde la distinction requise par ce principe ; elle doit rester d'accord avec la vérité importante qu'il énonce, c'est-à-dire avec la conservation de l'énergie au sein des activités corporelles.

Or, à première vue, l'hypothèse scolastique pourrait offrir quelque difficulté. Les qualités physiques des corps ne restent pas toujours identiques au sein des changements du monde inorganique. De même que ces puissances donnent naissance, par leur activité, à des réalités nouvelles, de même aussi elles

peuvent disparaître pour faire place à d'autres forces numériquement ou spécifiquement distinctes. L'être essentiel des choses n'échappe pas même à ces modifications ; les éléments, en effet, revêtent dans les synthèses chimiques un état substantiel nouveau, et leur retour à l'état de liberté implique toujours la destruction de l'unité essentielle du composé. En présence de cette série de changements, la raison se demande donc tout naturellement comment la somme globale d'énergie ne subit pas également des variations profondes.

Si l'on fait bien attention, cependant, à la portée et au sens réel de ce principe, cette difficulté perd vite sa force apparente. La vérité qu'il établit ce n'est point, comme on pourrait le croire, la permanence et la conservation des énergies numériquement les mêmes au sein des activités corporelles, mais ce qu'il exige, et que l'expérience manifeste, c'est que jamais un phénomène ne disparaisse sans être remplacé par un autre phénomène équivalent au premier, c'est que les êtres soient soumis dans leur activité à la loi de l'égalité entre l'action et la réaction. Or rien n'empêche évidemment que nous soumettions à cette loi les changements les plus profonds réalisés par la combinaison chimique.

Si nous considérons cette action depuis son début jusqu'au moment où la résultante se trouve réalisée, certes il n'y a pas lieu de voir dans ce conflit de forces régi par le principe d'action et de réac-

tion, une atteinte quelconque à l'énergie de l'univers. Dès lors, pourquoi serait-il plus contraire à ce principe que les éléments ainsi modifiés soient élevés à une unité supérieure dans laquelle ils conservent une permanence virtuelle en rapport avec les altérations antérieures.

Sans doute il peut se faire qu'au point de vue quantitatif le composé accuse une diminution ou un accroissement d'énergie relativement à ses générateurs. Toute perte de chaleur, nous apprend un principe de chimie, est une perte d'énergie ou d'affinité, tout gain de chaleur est un gain d'énergie. Selon que le phénomène est endothermique ou exothermique, la force vive du composé s'accroît ou diminue ; mais ce fait ne s'oppose nullement au principe en question ; il n'a pas trait à un corps en particulier, mais à l'ensemble des corps, et, pourvu que la perte d'énergie accusée par un composé, à la suite d'un dégagement de chaleur, se compense par un gain proportionnel, réalisé par les corps ambiants, le principe de la conservation de l'énergie se vérifie entièrement. La même remarque s'applique à l'accroissement de la force vive par la communication de la chaleur, car cette absorption se fait au détriment des masses voisines.

Que dans cette succession continue d'événements dont le monde est le théâtre, des puissances disparaissent et soient remplacées par d'autres puissances, que des êtres nouveaux succèdent à d'autres êtres, en cela il n'y a rien qui ne soit conforme à la loi de

l'égalité entre l'action et la réaction. Tous ces phénomènes peuvent se substituer suivant une loi d'équivalence, au point de vue de leur aspect mécanique, sans accroître ou diminuer la somme globale de l'énergie de l'univers matériel.

Rapprochement des phénomènes physiques et chimiques.

Terminons ces considérations sur les propriétés physiques, en rapprochant les faits de l'ordre chimique de ceux de l'ordre physique. Nous verrons ainsi que l'expérience elle-même semble révéler l'union de toutes les qualités attribuées aux corps, dans un même fonds commun que nous appelons la nature.

Les combinaisons chimiques s'accompagnent, en général, de phénomènes thermiques et électriques. Lorsque l'on compare certains dégagements de chaleur ou d'électricité manifestés dans les réactions, aux dégagements qui, de l'avis de tout le monde, relèvent d'une origine physique ou mécanique, on remarque aussitôt qu'au point de vue de l'intensité il existe entre eux une différence énorme. Aussi les partisans les plus décidés du mécanisme n'hésitent pas à reconnaître que cette recrudescence est réellement dépendante de l'affinité chimique (1).

Il résulte de cette première considération, qu'au

(1) P. Secchi. L'unité des forces physiques, p. 562.

delà des forces électriques et calorifiques, il se trouve dans chaque corps une énergie plus profonde, dont l'exercice provoque dans ces forces subordonnées l'accroissement d'activité que nous constatons. Les énergies physiques sont donc solidaires des énergies chimiques, et se rattachent à un même fonds commun. Mais il y a plus : on remarque qu'en général les modifications de toutes les autres propriétés sont proportionnelles à la grandeur des phénomènes thermiques et électriques. Si la réaction se fait avec intensité, le composé présente un ensemble de propriétés physiques qui ont peu d'analogie avec celles des éléments générateurs ; si, au contraire, l'échange d'activité est relativement faible, la différence des propriétés paraît beaucoup moins considérable. Les changements de qualités, en un mot, ont pour mesure la quantité d'action déployée. Mais ce déploiement d'activité relève en dernière analyse de l'énergie chimique propre à chaque corps. Toute substance corporelle possède donc un ensemble de propriétés et de puissances réelles intimement liées entre elles, et rattachées à une même source, à un même principe foncier.

Cette relation constante entre les faits de thermochimie et les phénomènes physiques nous montre ce qu'il faut penser de l'opinion de quelques physiciens modernes, qui attribuent à toutes les forces physiques une existence proprement dite, un être complet, indépendant de la matière. La lumière, la

chaleur, l'électricité, dit M. Hirn (1), ne sont pas des qualités des corps, mais elles existent au même titre que la matière; la force est un principe constituant spécial de l'univers; elle remplit l'espace et détermine, par l'activité incessante qu'elle déploie sur les masses matérielles, les phénomènes variés que la nature déroule à nos yeux.

Cette hypothèse nous jette évidemment dans un dynamisme exagéré. L'attache naturelle de toutes ces forces à la matière, leur connexion intime, et la subordination qu'elles manifestent dans leur déploiement, l'étendue réelle dont leur action est toujours affectée, sont autant de caractères inconciliables avec des êtres simples, existant pour leur compte et indépendants de la matière. D'ailleurs, si la substance n'a pas d'autre destination que de servir de substrat réceptif à l'activité des forces étrangères, son utilité paraît certainement bien contestable; de plus, elle ne peut être qu'une masse inerte incapable de rendre compte de la diversité spécifique des phénomènes qu'elle nous présente.

L'on pourrait ajouter enfin qu'une telle supposition est complètement inutile. Pour expliquer les faits dûment constatés, il suffit de reconnaître aux agents matériels des qualités actives et passives, intrinsèquement dépendantes de leur fond substantiel, car il n'est aucune activité qui ne puisse se concilier avec des forces de ce genre. Si, dans d'autres cas, il se produit, comme l'expérience le montre, un dé-.

(1) Analyse élémentaire de l'univers, p. 65 et passim.

ploiement d'énergie là où la matière pondérable fait défaut, nous reconnaîtrons avec le physicien l'existence d'une matière plus subtile, l'éther, et nous lui attribuerons toutes les énergies accidentelles nécessaires pour expliquer les faits.

Art. III. Conclusion générale des faits et justification de l'hypothese scolastique

Nous nous sommes contentés, jusqu'ici, d'appliquer aux faits la théorie de l'École, sauf à relever, en passant, l'un où l'autre argument en sa faveur. Jetons maintenant un regard d'ensemble sur le monde inorganique, afin de voir, par un procédé inverse, si l'hypothèse qui en a fourni les raisons dernières n'est pas aussi la seule capable de répondre aux exigences des faits.

L'examen de l'univers matériel nous révèle, entre autres, deux grandes vérités dont nous devons chercher l'explication ; c'est la diversité profonde des propriétés spéciales à chaque corps; c'est, en second lieu, la récurrence invariable des mêmes espèces chimiques. Chaque corps simple ou composé se fait reconnaître par ses affinités électives, sa forme cristalline spécifique, ses propriétés acoustiques, calorifiques et électriques. Toutes ces qualités offrent chacune un caractère spécial et constant. Mais cette multitude innombrable de types les plus divers est soumise sans trêve à des modifications profondes. Les substances élémentaires se combinent pour former les

composés chimiques; ceux-ci, à leur tour, se désagrégent, sous l'influence des forces cosmiques, pour rendre la liberté aux éléments qu'ils renferment ou qui passent à des évolutions nouvelles. La nature, en un mot, se livre à un travail incessant.

Mais ces réactions s'opèrent dans les circonstances les plus variées. Tantôt en effet les substances réagissantes déploient leurs énergies natives dès qu'elles se trouvent en contact immédiat. Tantôt les agents mécaniques et physiques interviennent à titre d'excitants; tels sont la lumière, la chaleur, l'électricité, le choc, la compression. Parfois la combinaison se réalise par la voie sèche, parfois par la voie humide. Or, au sein de ces changements continuels, malgré ces milliers de causes qui se croisent en tous sens et tendent à rendre capricieuse et désordonnée l'activité des êtres, malgré l'intervention libre de l'homme qui, pour découvrir les secrets de la nature, fait varier à son gré les agents et les circonstances, que remarquons-nous ?

L'immutabilité dans le changement. Toujours les mêmes corps simples reparaissent après toute une série de transformations, avec toutes les propriétés qui caractérisent leur état de liberté; le vaste ensemble de leurs qualités physiques, leur aptitude à la combinaison, leurs énergies chimiques sont invariablement les mêmes; la marche de leur évolution naturelle reste identique ; ils se rencontrent avec les mêmes éléments sympathiques, donnent lieu, par leur réaction, aux mêmes phénomènes, as-

surent au terme final les mêmes caractères distinctifs. Toujours aussi se retrouve cette même multitude innombrable de composés chimiques, dont chacun renferme invariablement les mêmes éléments, contient un même nombre d'atomes, révèle enfin toutes ces aptitudes et tous ces phénomènes que le chimiste ou le physicien lui ont reconnus. Voilà les faits tels que l'expérience les révèle. Quelle en est la raison explicative ?

On pourrait ramener à quatre hypothèses tous les essais d'explication possibles. D'abord le hasard. Un effet est le produit du hasard lorsqu'il se rattache à des causes dont la rencontre est fortuite et contingente. Mais il est clair qu'un tel effet est accidentel et n'a rien de commun avec le fait constant et régulier dont il s'agit.

En second lieu, on peut recourir aux circonstances dans lesquelles les agents matériels sont appelés à jouer leur rôle. Or, s'il est une chose qui doit nous surprendre, c'est que nonobstant les circonstances les plus variées, et les influences les plus diverses auxquelles les êtres raisonnables ne cessent de les soumettre, la nature nous fait assister toujours aux mêmes événements, continue sa marche régulière, et, si elle en dévie, ce qui arrive rarement, ne laisse pas de reprendre toujours son cours normal en dépit de ces mêmes influences.

Les êtres, il est vrai, dépendent de certaines conditions pour agir, mais la persistance même de ces conditions requises pour leur évolution natu-

relle, et leur recurrence, ne demandent-elles pas leur explication, au même titre que les propriétés diverses et spéciales de chaque corps ?

Une troisième hypothèse consisterait à attribuer à la cause première le maintien de l'ordre dans le monde inorganique et la stabilité des espèces chimiques.

Cette opinion est susceptible de recevoir une double interprétation. D'après l'une, en effet, l'auteur de la nature, souverainement intelligent et sage, aurait conçu le plan de son œuvre avant de la réaliser, et, conformément à cet ordre prévu et intentionnel, il aurait appelé à l'existence un certain nombre d'êtres chargés de l'exécuter par le déploiement de leurs énergies.

Sans doute, les harmonies de l'univers révèlent à toute intelligence libre de préjugés l'existence de cette cause ordonnatrice, dont le plan se trouve fidèlement copié par la nature matérielle. Seulement, la question dont il s'agit ne reste-t-elle pas complètement intacte ? Ce que nous recherchons, en effet, ce n'est point la cause originelle de la conception de l'ordre, mais bien les principes physiques et immédiats qui en assurent l'exécution.

La seconde interprétation reviendrait à dire que Dieu lui-même est cause prochaine et unique de cette marche harmonieuse de la nature. Mais l'ordre résulte de l'ensemble des lois qui régissent les actions des êtres. Attribuer son exécution à la cause première, c'est dépouiller du même coup les

agents matériels de leur activité propre, c'est leur refuser la puissance naturelle de réaliser cette série d'événements et d'effets dont les rapports constants donnent naissance aux lois, c'est tomber en un mot dans un occasionalisme insensé.

Toutes ces opinions, on le voit, paraissent nécessairement insuffisantes ou fausses ; et la raison foncière de leur impuissance provient de ce qu'elles ne nous montrent jamais dans les êtres eux-mêmes, un fondement stable, en rapport avec la constance de leurs propriétés et de leur mode d'activité.

Appuyés sur les faits, voyons donc quelles sont apparemment les diverses conditions requises pour rendre compte de cet ordre mentionné. Nous arriverons ainsi à formuler la quatrième hypothèse.

D'abord, ne serait-il pas bien difficile d'expliquer cette recurrence invariable de mêmes types, si l'ensemble des propriétés caractéristiques de chaque substance n'avait pas une connexion naturelle ou nécessaire avec le fonds substantiel lui-même? Supposez en effet que l'être essentiel des choses soit un simple substratum indifférent à recevoir toute espèce de qualités et de forces, qu'il n'y ait en lui aucune exigence spéciale et constante, cet être, évidemment, soit sous l'influence des causes physiques, soit à la suite de combinaisons diverses, pourrait manifester les caractères les plus variés, tout en restant identique à lui-même. A l'état de liberté comme à l'état de composé, il se concilierait également bien avec une variation partielle ou totale de ses pro-

priétés antérieures. Une telle supposition, semble-t-il, supprimerait fatalement l'ordre de la nature, et précipiterait l'univers dans le chaos et le désordre le plus complet. Pour éviter ces conséquences, il paraît donc rationnel de placer, dans l'être intime des substances matérielles, le fondement de leurs qualités connaturelles.

Mais si la substance elle-même doit être la source et l'origine première de toutes ses manifestations, est-il permis encore d'identifier les corps multiples du monde inorganique? Est-il concevable, en effet, que cet ensemble de caractères propres à chaque être, et, selon toutes les apparences, spécifiquement distincts, se rattachent à un principe foncier partout et identiquement le même? Vraiment, on se demanderait avec raison, dans ce cas, quel sens attacher encore à cette connexion connaturelle que l'on place entre les propriétés d'un être et sa nature.

La saine logique, semble-t-il, nous force à reconnaître qu'il y a dans le monde inorganique des natures essentiellement distinctes, auxquelles sont indivisiblement unies des puissances actives et passives qui nous servent à les reconnaître avec sûreté. C'est, en un mot, à la spécificité du fonds substantiel que nous croyons devoir rattacher la spécificité des affinités chimiques et des caractères physiques.

L'explication du fait dont il s'agit n'est cependant pas encore complète. Il reste à concilier ces données avec la nature du composé chimique.

Lorsque les éléments sont engagés dans une syn-

thèse naturelle, ils présentent incontestablement des caractères profondément différents de leurs caractères antérieurs. On remarque des changements dans la couleur, la saveur, l'odeur, les propriétés optiques, l'état, les énergies chimiques. Il y a plus ; un même élément peut entrer dans la formation d'une multitude innombrable de composés, où il possédera chaque fois des qualités nouvelles. Et, notons-le bien, ces changements sont réels ; ces qualités affectent le composé lui-même.

Eh bien ! admettons, pour un instant, qu'au sein de ces multiples réactions, les éléments générateurs conservent réellement leur état substantiel, leur être individuel ; y aurait-il lieu d'attribuer encore à ces espèces chimiques des propriétés naturelles, et de supposer une connexion nécessaire entre les propriétés caractéristiques et la nature ? Évidemment non. On retournerait au contraire à un mécanisme mitigé, d'après lequel tous les corps seraient des masses homogènes susceptibles de recevoir de l'extérieur les qualités les plus diverses, et on supprimerait le fondement obligé de l'ordre.

On le voit, cette considération nous porte tout naturellement à reconnaître avec l'École que le composé chimique constitue une nature nouvelle. Si tous les éléments, en effet, se trouvent élevés à un même état substantiel, si cette substance est spécifiquement distincte des substances génératrices, on conçoit que les puissances actives et passives, tout en étant incompatibles avec les natures indivi-

duelles puissent être des conséquences nécessaires de ce corps nouveau. Elles découlent de son fond intime et lui sont indivisiblement unies comme les propriétés des corps simples le sont à leur essence spécifique.

Mais la synthèse est le terme obligé et naturel de l'activité des éléments réagissants. Ceux-ci, en conséquence, doivent y conserver une permanence virtuelle, qui assure leur retour à leur état antérieur. Ce qui leur assure cette permanence, c'est le principe spécifique nouveau par lequel tous les composants se trouvent élevés à une unité supérieure, car il est le terme intermédiaire entre les principes élémentaires. Ce corps possède donc des puissances intrinsèques, des aptitudes spéciales qui déterminent différemment l'action des causes extrinsèques. Lorsque son unité se brisera, les natures spécifiques des éléments renaîtront avec l'ensemble de leurs propriétés caractéristiques. La raison foncière de ce retour infaillible repose en dernière analyse sur la nature même du composé considéré dans ses relations nécessaires avec ses générateurs.

Cette interprétation nous permet ainsi d'expliquer la constance de ce phénomène, et sauvegarde en même temps la connexion naturelle entre l'être spécifique des choses et leurs caractères distinctifs.

De la sorte, l'ordre admirable qui régit le monde inorganique ne nous étonnerait plus, car nous y trouverions des principes réels de stabilité. La substance corporelle, comme le soutenait l'École, pos-

sède, en vertu du principe spécifique qui lui donne son espèce, une tendance vers des fins déterminées qu'elle réalise par son activité propre (1). Qu'était la nature pour les scolastiques, sinon la substance même des choses considérée comme principe foncier de leurs opérations et de leurs modifications caractéristiques?

Ainsi les faits eux-mêmes nous conduisent à la thèse fondamentale de la théorie.

Mais il ne sera pas inutile de poursuivre l'examen de cette série de déductions, et de légitimer les vues de l'École sur la composition essentielle des corps, sur le rôle de leurs principes constitutifs, et sur l'émanation des puissances.

Le composé chimique, avons-nous dit, doit constituer un seul être, une énergie foncière.

La réalisation d'une telle synthèse ne peut se faire sans que les générateurs soient dépouillés d'une partie vraiment essentielle qui détermine leur espèce propre, et dotés à sa place d'une autre détermination substantielle commune, qui ramène toutes les bases matérielles à une individualité unique, à une espèce chimique nouvelle. Or, tous les corps sont susceptibles d'entrer en combinaison; tous sont donc formés de deux principes constitutifs : l'un sert de substratum permanent aux transformations ; on l'appelle *matière première;* l'autre, susceptible d'être successivement remplacé, détermine la nature spécifique

(1) Sum. cont. Gent. l. 4. c. 19.

des choses : c'est la *forme substantielle*. Destinées toutes deux à former un seul être par leur union intime, elles dépendent intrinsèquement l'une de l'autre, et méritent à bon droit d'être appelées des substances incomplètes.

Mais la réalisation de ce principe spécifique d'information a pour résultat nécessaire l'apparition des puissances et des propriétés nouvelles, de même que sa cessation entraîne fatalement leur disparition. D'autre part, la substance ne peut jamais exister ni exercer aucune activité sans ces puissances. Il s'ensuit que l'activité génératrice qui produit la substance produit,en même temps,et par la même action,toutes les puissances qui lui sont intrinsèquement unies. Elles ont dans la substance le principe immédiat de leur nécessaire apparition et de leurs caractères spécifiques. Elles émanent, pour nous servir du langage de l'École, du composé substantiel, et la forme essentielle en est la racine première.

Il nous reste à relever un point très important que nous n'avons pu mettre suffisamment en lumière jusqu'ici. C'est la finalité dans la nature.

Pour les partisans du mécanisme spiritualiste comme pour nous, l'ordre admirable qui régit le monde inorganique révèle l'existence d'une cause intelligente, qui a sagement ordonné son œuvre et la dirige vers une fin. On ne pourrait, d'ailleurs, la concevoir en dehors de cette direction souverainement intelligente sans porter atteinte à la perfection essentielle de Dieu. Or quiconque se propose

un but emploie les moyens propres à le réaliser, les dispose, les coordonne et les subordonne d'après le plan proposé et la fin à atteindre. En un mot, il les dirige et les incline dans un sens déterminé.

Cependant, cette inclination peut s'entendre de deux manières différentes. Elle peut être tout extérieure aux êtres eux-mêmes. L'archer, par exemple, incline réellement sa flèche vers un point de mire, et si celle-ci y tend réellement, c'est en vertu d'une impulsion reçue de l'extérieur. Il n'y a rien en elle-même qui nécessite cette direction de préférence à une autre.

Les mécanistes admettent facilement cette sorte de tendance. D'après eux, à l'origine des choses, l'auteur de la nature matérielle aurait disposé dans un certain ordre les masses élémentaires et leur aurait communiqué leur quantité de mouvement. Dans la suite, grâce à ces dispositions initiales et à ce mouvement primitif, elles auraient accompli leur évolution, conformément aux lois de l'équilibre, mais d'une manière harmonieuse.

Cette opinion, nous l'avons vu, ne rend pas compte de l'ordre constant de l'univers, et on ne pourrait l'expliquer sans recourir à une intervention continuelle de Dieu pour rétablir l'équilibre détruit, ou parer aux influences des causes perturbatrices.

Dès lors, nous devons supposer que cette détermination ou cette inclination n'ast pas extrinsèque aux substances corporelles, mais qu'elle est interne; en d'autres termes, si les corps convergent tous vers

cette même fin de l'univers, si chacun d'eux y concourt par une série spéciale d'activités, si leur marche est régulière et constamment la même, la raison s'en trouve dans le fonds substantiel de ces êtres (1).

Mais d'où vient cette inclination naturelle, en quoi consiste-t-elle?

Elle doit être évidemment contenue dans le principe spécifique qui détermine l'espèce de chaque substance corporelle. Tout être étant fait pour agir et réaliser certains actes conformes à sa nature, ce principe, en actualisant la base matérielle, devient la source première des puissances actives et passives, par lesquelles les substances réalisent les buts que la cause première leur a assignés. Il n'y a pas en elles une sorte d'intelligence, qui leur permette de discerner si elles doivent agir ou non, qui les avertisse des éléments susceptibles d'être attaqués par elles. Elles agissent fatalement dès que leurs conditions d'activité sont posées. Mais la raison pour laquelle telles espèces chimiques forment toujours tels composés déterminés, plutôt que tels autres, se trouve d'abord dans les propriétés et les aptitudes spéciales

(1) S. Th. lib. phys. lect. XIV. « Hac enim dicuntur esse secundum naturam quaecumque ab aliquo principio intrinseco moventur continuo quoadusque perveniant ad aliquem finem non in quodcunque contingens nec a quocumque principio, in quemcunque finem sed a principio determinato in determinatum finem. Semper enim ab eodem principio proceditur in eumdem finem nisi aliquid impediat... Ex quo patet non deliberare contingit alicui non quia non agit propter finem sed quia habet media per quae agit. Unde et quia natura habet media determinata per quae agit propter hoc non deliberat.

de ces êtres, dans les conditions particulières requises pour l'exercice de leurs activités, et finalement dans leur principe spécifique.

En ce sens, il paraît donc très rationnel de donner à la forme essentielle des corps inorganisés, le nom de principe foncier de stabilité et de finalité ; ou, ce qui revient au même, le nom d'inclination naturelle. Lorsque l'auteur de la nature réalisa les substances élémentaires, c'est en plaçant dans leur être même ces formes diverses qu'il leur assura la constance de leurs caractères spécifiques, le mode et la direction de leur activité. Les synthèses chimiques deviennent ainsi de véritables fins vers lesquelles elles se trouvent naturellement inclinées. Les composés possèderont de même cette tendance native à former des intégrations plus complexes, tout en laissant s'opérer naturellement, à raison de la diversité de leurs parties, le retour de leurs éléments générateurs.

Nous avons terminé notre travail inductif et légitimé successivement les principales assertions de l'hypothèse scolastique.

Pour éluder ces conclusions, quelques auteurs ont donné du composé chimique une interprétation spéciale que nous ne pouvons passer sous silence. D'après leur opinion, toute synthèse renfermerait plusieurs substances dont chacune conserverait son essence et son existence propre. Seulement, en vertu de la réaction, leurs principes fonciers d'activité s'uniraient intimement de manière à ne constituer qu'une seule énergie foncière. La nature serait une,

et sans perdre leur état substantiel propre, les composants formeraient un être composé mais doué d'unité.

Les partisans de cette théorie distinguent soigneusement plusieurs sortes d'union. D'abord les forces peuvent s'unir dans le terme de leur activité. Lorsque plusieurs chevaux tirent un même véhicule, leurs efforts aboutissent à un même résultat, c'est-à-dire à la traction du mobile. Il y a, comme on le voit, union dans l'effet, mais nullement entre les forces des agents. Chacun déploie une énergie qui lui est propre.

Les forces s'unissent également dans l'exercice de leur activité : telle est l'union de la cause principale avec la cause instrumentale : la main du sculpteur, par exemple, dirige et gouverne le burin pour marquer les traits d'une figure ; ces deux causes sont évidemment unies dans leur exercice, mais l'une est subordonnée à la première, et, de même que dans le cas précédent, elles ne forment pas une seule et même énergie. Aussi ce n'est pas de ces sortes d'unions qu'il s'agit dans cette hypothèse. Elle suppose au contraire que plusieurs substances, après avoir reçu certaines modifications réciproques peuvent s'associer suivant leurs énergies foncières, et constituer un seul principe d'activité, d'où procède une seule et même action. Il y aurait ainsi une nouvelle nature avec laquelle se concilierait néanmoins la permanence actuelle des composants (1).

(1) P. Palmieri. Inst. Philosophicae, c. II, th. XVI.

Pour mieux juger de cette opinion, suivons les différentes phases d'une combinaison chimique.

Quel est le premier effet de l'échange d'activité entre les substances réagissantes?

Ce sont évidemment des modifications accidentelles, reçues par des êtres parfaitement distincts, dont chacun conserve sa nature individuelle aussi longtemps que dure la réaction. Celle-ci, en effet, ne peut continuer sans que tous déploient leur énergie propre. Il n'y a jusqu'ici aucun indice qui nous révèle cette constitution d'une seule nature par l'union des principes fonciers d'activité.

Voyons le terme de la réaction. Les corps se trouvent juxtaposés et plus ou moins profondément altérés. Mais une simple juxtaposition ne suffit évidemment pas à nous rendre compte de l'union décrite. Aussi, selon les auteurs de cette théorie, ces énergies foncières sont devenues incomplètes et dépendantes l'une de l'autre, au point qu'elles ne peuvent exercer isolément une activité déterminée. Le but de leur union c'est donc de se perfectionner et de se compléter mutuellement.

Cette considération nous semble fort étrange. Si, au terme des altérations, chaque composant conserve réellement son principe foncier d'activité, nous ne comprenons pas comment il deviendrait incapable d'agir. Sans doute, et on l'admet sans peine, grâce à ces modifications cette puissance d'action se trouve restreinte ou agrandie. Il n'en est pas moins vrai qu'elle reste une véritable énergie; pourquoi dès

lors ne pourrait-elle pas produire des effets proportionnés à sa nature et à ses modifications?

Quoi qu'il en soit, deux hypothèses se présentent ici : On peut supposer d'abord entre les principes unis une telle dépendance qu'ils soient impuissants à exercer séparément une action quelconque. Or est-il concevable que ces principes d'action qui, par essence même, sont la racine des activités de l'être, deviennent intrinsèquement dépendants sans subir un changement en eux-mêmes, sans perdre leur nature distinctive? Mais la nature d'une chose ne lui est point accidentelle, c'est son essence même, c'est sa substance; et, à moins de se payer de mots, nous nous demandons quel autre sens il est possible de lui attribuer, car, remarquons-le bien, il ne s'agit pas ici des puissances secondaires, mais de l'énergie foncière. Le changement de nature implique en conséquence le changement substantiel, et il est faux alors que les substances réagissantes conservent leur être essentiel dans la synthèse finale. Si, au contraire, ces principes ne sont pas réellement et intrinsèquement transformés, pourquoi cesseraient-ils d'avoir leur nature individuelle propre, et d'exercer leur activité connaturelle? On les suppose mutuellement dépendants; mais on serait heureux de savoir sur quoi repose cette dépendance respective.

On peut supposer ensuite que cette impuissance, cette dépendance n'existe que pour certaines actions supérieures à leurs forces individuelles.

Dans ce cas, nous ne sommes plus en présence d'une nature composée douée d'une véritable unité, mais il existe dans la synthèse deux natures dont chacune agit pour son propre compte. Il pourra se faire, il est vrai, que la réalisation d'un effet réclame leur concours simultané; les deux activités s'uniront alors dans un terme commun, mais elles procéderont de deux principes distincts (1).

D'ailleurs, si l'on considère bien cette opinion, il n'y aurait lieu de lui accorder une valeur réelle qu'à une seule condition : c'est que la nature des substances corporelles fût réellement distincte de leur essence. Alors, en effet, le changement de natures se concilierait avec la persistance des générateurs dans leur état substantiel; mais cette distinction n'existe pas, et, comme le dit l'Ange de l'École, deux êtres subsistants, quelle que soit leur imperfection, sont deux individus distincts, dont chacun possède son essence propre et la nature complète de son espèce (2). Toutes les ajoutes faites à de telles substances sont forcément accidentelles; elles ne déterminent jamais que des principes secondaires d'activité.

Il résulte de cette étude que pour défendre l'unité du composé chimique il paraît nécessaire d'admettre

(1) Impossibile est quod eorum quae sunt diversa secundum esse sit operatio una. Dico autem operationem unam, non ex parte ejus in quod terminatur actio, sed secundum quod egreditur ab agente. Multi enim trahentes navim, unam actionem faciunt ex parte operati quod est unum, sed tamen ex parte trahentium sunt multae actiones quia sunt diversi impulsus ad trahendum. Sum. cont. Gent. l. II, c. 57.

(2) Op : De pluralitate formarum.

avec la physique aristotélicienne la transformation substantielle des composants.

Mais ici se présente une difficulté soulevée par les auteurs que nous venons de combattre.

Tout être essentiellement transformable en un autre renferme nécessairement une pluralité de parties constitutives, qui portaient dans le langage d'autrefois le nom de matière et de forme. Ce sont des substances incomplètes, incapables d'exister isolément. Or, parler de telles réalités substantielles n'est-ce point placer entre la substance proprement dite et les réalités accidentelles un terme intermédiaire que la raison réprouve? Y a-t-il, en un mot, des degrés dans la substance?

Cette objection confond les deux aspects très différents sous lesquels il est permis de considérer la substance. Sous un aspect négatif elle exclut nécessairement un sujet antérieur d'inhérence, car toute détermination reçue dans un être existant est accident. A ce point de vue, il n'y a pas de degrés possibles dans la substance.

Mais il en est tout autrement si nous envisageons son caractère possitif. D'après leur perfection diverse les réalités substantielles jouissent de différentes manières de cette existence indépendante : l'être divin subsiste en lui-même, en vertu de sa propre essence ; les anges et les esprits ont reçu leur existence, mais ils subsistent dans la simplicité de leur être et ne dépendent point de parties intrinsèques. Les corps, au contraire, marqués d'une imperfection

plus grande, réclament l'union de plusieurs éléments constitutifs. Chacun de ces éléments consubstantiels présente le caractère négatif, essentiel à toute substance; aucun d'eux, en effet, ne s'attache à un sujet complet, attendu que le corps existant dans la nature résulte de leur intime union. D'autre part, ils se distinguent suffisamment de toute réalité accidentelle dont le caractère essentiel est l'aptitude naturelle à adhérer à une chose déjà subsistante en elle-même. Les deux parties de l'être corporel, sans avoir néanmoins une existence isolée, portent donc à juste titre le nom de substances incomplètes, et l'on comprend qu'il y a lieu de placer un terme intermédiaire entre l'accident et la substance complète.

Avant de clôturer ce travail, il nous reste à rencontrer les principaux arguments du mécanisme. Nous en avons jusqu'ici différé la critique, car elle se comprendra plus aisément après l'exposé de la théorie de l'École. De plus, elle nous offrira l'occasion de donner à cette hypothèse quelques développements secondaires qui découlent naturellement des faits à analyser.

CHAPITRE V.

Critique des arguments du mécanisme.

Le mécanisme ne voit dans l'univers matériel que deux réalités distinctes : la masse et le mouvement local. Qu'il nous suffise, pour rappeler l'idée mère de ce système, de citer cette conclusion d'un ouvrage récent : « Les deux mouvements essentiels, le mouvement en tourbillon, qui constitue l'atome, et le mouvement vibratoire, qui constitue la lumière et la chaleur, se modifient réciproquement et se transforment d'après les lois de la mécanique, sans gain ni perte finale.

L'indestructibilité de la matière et de ses mouvements est, par conséquent, le principe suprême de la philosophie naturelle moderne » (1).

Mais quels sont les arguments sur lesquels repose cette synthèse du monde corporel ? Le principal est tiré de la physique, les autres s'appuient spécialement sur des faits de la chimie.

(1) F. Marco. L'unité dynamique, p. 176.

1r argument. Existence de l'équivalent mécanique de la chaleur. Loi de corrélation et d'équivalence entre toutes les forces de la nature.

Au commencement de ce siècle, la science s'est enrichie d'une grande découverte qui a pris le nom de *Théorie mécanique de la chaleur*. Cette théorie forme à elle seule une science tout entière; toutes les autres branches de la science des mouvements et des actions réciproques des corps en sont devenues tributaires, et comme elle jette un trait d'union entre la physique et la mécanique, il n'est pas étonnant qu'elle ait servi de base au mécanisme actuel. Pour s'en faire une idée vraie, il faut saisir la portée exacte de deux expressions : le travail mécanique et la calorie.

La chaleur ne peut être ni jaugée ni pesée; on ne peut l'évaluer que par ses effets, c'est-à-dire par l'impression qu'elle exerce sur nos organes ou par les variations du volume des masses soumises à son action; la plupart des corps se dilatent en effet par la chaleur. Ce sont ces phénomènes et la tendance des corps à se mettre en équilibre par des échanges de chaleur, qui ont fourni les fondements de la construction du thermomètre. Mais le thermomètre, quel qu'il soit, n'exprime jamais d'une manière immédiate et directe la quantité de chaleur présente. Il est aisé de voir que cette quantité et ses variations en plus ou en moins, dépendent à la fois et de l'intensité de la chaleur, et de la masse du corps

lui-même qui subit son action. En combinant ces deux éléments il est possible d'arriver à une mesure relative. C'est ce que l'on a fait en physique ; et on appelle unité de chaleur ou *calorie*, la quantité de chaleur qu'il faut communiquer à un kilogramme d'eau, à 0°, pour élever sa température d'un degré du thermomètre centigrade.

La seconde notion est celle du travail mécanique.

Toutes choses égales, la vitesse acquise par une masse matérielle soumise à l'action d'une force, dépend et de l'intensité de cette force et de l'espace que le corps parcourt sous son empire. Le produit de ces deux facteurs, l'espace parcouru et l'intensité de la force expriment exactement la quantité d'action dépensée ou développée par celle-ci. C'est ce produit qu'on nomme le *travail mécanique*. Pour apprécier cette dépense il faut donc évidemment tenir compte de la masse, du chemin parcouru et de la vitesse. On a pris pour unité de poids le kilogramme, et pour unité de hauteur le mètre ; et l'on appelle kilogrammètre la quantité d'action qu'il faut dépenser, à l'aide d'une force quelconque, pour élever à la hauteur d'un mètre le poids d'un kilogramme en une seconde de temps.

Ces deux unités de mesure, l'unité de chaleur et l'unité du travail mécanique, qui semblent si étrangères l'une à l'autre, ont cependant une étroite connexion. Les expériences les plus vulgaires nous l'attestent. Le frottement, le choc, la percussion, la compression des corps développent du calorique. De

même, c'est la chaleur qui, dans nos machines à vapeur, vaporise l'eau pour lui faire communiquer au piston moteur un mouvement de va-et-vient. Elle donne donc naissance au travail mécanique comme celui-ci donne naissance à la chaleur. Or, toutes les fois que l'action du calorique sur un corps produit un travail mécanique, il se consomme une quantité de chaleur proportionnelle au travail produit. Réciproquement, toutes les fois qu'un travail mécanique est consommé uniquement en vue de modifier l'état d'équilibre interne d'un corps, il se développe une quantité de chaleur proportionnelle au travail dépensé.

Entre le travail ainsi produit ou consommé et la chaleur consommée ou produite de la sorte, il existe un rapport appelé *l'équivalent mécanique de la chaleur*.

Tel est le grand principe posé la première fois par Mayer, telle est la proposition fondamentale sur laquelle repose toute la théorie dynamique de la chaleur.

Les travaux du même savant et surtout ceux de Joule nous ont aussi donné la mesure de cet équivalent : chaque unité de chaleur ainsi dépensée, ou calorie, se traduit par la production de 425 kilogrammètres. Réciproquement une dépense de 425 kilogrammètres peut développer une calorie.

Telle est la *valeur numérique* de l'équivalent mécanique ou calorifique (1).

(1) Hirn. Analyse élémentaire de l'Univers.

Mais cette loi de corrélation et d'équivalence n'existe pas seulement entre ces deux phénomènes; elle régit toutes les forces de la nature.

Lorsqu'un corps non élastique tombe d'une certaine hauteur sur un plan horizontal résistant, le corps s'échauffe et la chaleur représente la force vive détruite; il y a équivalence entre l'action de la force gravitique et celle de la force calorique.

Lorsqu'un courant électrique traverse un corps conducteur, il l'échauffe. Si nous faisons passer le même courant par un moteur électromagnétique, il nous donne du travail externe et nous aide à élever un poids à une certaine hauteur : il y a équivalence entre l'électricité, le calorique et la gravitation.

Si l'on soude ensemble deux barres de métaux différents et qu'on tienne l'une des soudures à une température constante, un courant électrique s'établit dans ce circuit dès que l'autre soudure est exposée à une température supérieure ou inférieure.

Lorsque la lumière réfléchie par les corps qui nous environnent pénètre dans l'œil, elle s'y éteint sur la rétine et détermine un courant électrique équivalent, etc. (1).

Il existe, on le voit, une loi de corrélation et d'équivalence entre la force gravifique, le calorique, l'électricité et la lumière. Toutes peuvent se substituer l'une à l'autre de telle façon que, quand l'une

(1) Auteur cité, p. 140 et passim.

se manifeste, l'intensité de l'autre s'abaisse proportionnellement.

Sur ces données expérimentales le mécanisme moderne établit son argument : le travail mécanique — pur mouvement local — se transforme en chaleur; celle-ci à son tour se transforme en travail; la chaleur n'est donc qu'un mode de mouvement. Mais le calorique se change en électricité; bref, toutes les forces de la nature sont réciproquement convertibles; toutes, en conséquence, se réduisent à du mouvement local diversement transformé. Il en est de même des sensibles propres, tels que les odeurs, la saveur, le son, les couleurs.

Dès lors, deux réalités distinctes suffisent à nous rendre compte de l'univers matériel : la masse homogène et le mouvement local, transformable et transmissible d'un corps à l'autre selon les lois de la mécanique (1).

Cette conclusion, si précieuse pour la théorie atomique, découle-t-elle réellement des faits? En examinant le sens précis et rigoureux de l'équivalent mécanique et le moyen dont on se sert pour le déterminer, nous verrons aisément qu'il n'en est rien.

Reprenons d'abord les expériences de Joule. Pour évaluer le rapport entre le travail et le calorique, ce savant fit usage d'un calorimètre à eau, dans lequel tournait un arbre vertical muni de palettes. La rotation s'opérait par deux cordons enroulés

(1) Daguin. Traité élémentaire de physique, vol. 1, nº 81 : De l'essence des forces. — Clerck Maxwell, Theory of heat : London 1872.

dans le même sens sur un treuil fixé à l'arbre des palettes, mais qui se déroulaient suivant deux tangentes diamétralement opposées; la descente des poids attachés à ces cordons mettait en mouvement l'arbre vertical et partant l'eau du calorimètre. On pouvait facilement calculer le travail mécanique produit par la chute des poids : le nombre de kilogrammes ainsi suspendus, multiplié par la hauteur de chute, représentait en effet en kilogrammètres le travail produit. D'autre part on connaissait également le poids de l'eau, et, grâce à un thermomètre plongé dans le liquide, on constatait le nombre de degrés dont il s'était échauffé à la suite de cette agitation. En tenant compte de toutes les causes d'erreur, on trouva de la sorte qu'un poids de 425 kilogrammes tombant de 1 mètre de hauteur, développe la quantité de chaleur nécessaire pour chauffer de 0° à 1° un kilogramme d'eau (1).

Si l'on y fait bien attention, la quantité de calorique développé dépend de deux éléments : du nombre de kilogrammes de liquide et du nombre de degrés dont sa température est augmentée. C'est le thermomètre qui donne la mesure de cette élévation, et, par conséquent, c'est sur lui que repose en dernière analyse l'évaluation de la chaleur.

Or, sur quoi se fonde la construction du thermomètre? Sur le principe de la dilatation des corps sous l'action du calorique : s'il est mis en contact avec un

(1) Jouffret. Introduction à la théorie de l'énergie, p. 82.

corps plus chaud, il gagne de la chaleur et se dilate ; si ce corps est plus froid, il perd de la chaleur et se contracte. En conséquence, tout ce que cet instrument peut nous manifester directement, c'est la dilatation de la colonne thermométrique ou sa contraction, appréciable en degrés et proportionnelle à la différence de chaleur qui existe entre le thermomètre et le corps mis en contact avec lui. Mais la dilatation de l'eau dans le calorimètre et la dilatation de la colonne thermométrique constituent-elles la chaleur sensible? Évidemment non ; les physiciens d'ailleurs le concèdent facilement. Ce sont des phénomènes mécaniques qui accompagnent et mesurent le phénomène thermique, mais ils ne peuvent nous renseigner sur la nature de la chaleur. Par conséquent, la prétention du mécaniste d'identifier cette force avec le mouvement local est purement gratuite et ne s'appuie pas sur les faits.

Sans doute, il y a encore d'autres instruments que le calorimètre, pour déterminer cet équivalent mécanique ou calorifique. Néanmoins, dans toutes les expériences il faut recourir au thermomètre et se résigner finalement à n'atteindre la chaleur que par un phénomène concomitant, c'est-à-dire la dilatation des corps soumis à son action.

En second lieu, le principe susmentionné ne détermine aucunement la nature du travail mécanique. La force du moteur consiste-t-elle dans un simple mouvement local? Existe-t-il au contraire en lui une véritable énergie motrice dont l'action s'accompagne

de mouvement? Faut-il rapporter à cette énergie ou au mouvement les modifications qui provoquent dans le liquide l'apparition de la chaleur? Toutes ces questions sont absolument étrangères au principe lui-même, et le travail se trouve suffisamment déterminé pourvu que l'on tienne compte du poids de la masse, de sa vitesse et de la hauteur de chute.

En troisième lieu, cette loi de corrélation et d'équivalence implique-t-elle la transformation du mouvement en calorique ou de la force motrice en force calorifique? Nous ne voyons vraiment pas sur quelle raison l'on s'appuyerait pour l'affirmer. Il existe, il est vrai, un lien de succession constant entre le travail dépensé et la chaleur développée; c'est un fait d'expérience, mais là se borne aussi toute la portée du fait. Qu'au lieu d'une transformation de mouvement le phénomène thermique soit une force proprement dite, essentiellement distincte du mouvement, et dont l'intensité se proportionne à l'activité de l'énergie motrice du corps qui la provoque, cette loi sera tout aussi parfaitement conservée.

Il suffit que les agents matériels soient régis par le principe de l'égalité entre l'action et la réaction. Si un corps ne peut déployer son activité sur un autre corps sans que celui-ci à son tour lui communique, en réagissant, une sollicitation égale et opposée, il est tout naturel qu'à la force motrice dépensée succède un phénomène thermique de même valeur.

On le voit donc, sans recourir à d'autres con-

sidérations, il est impossible, en se basant sur cette loi d'équivalence, de dire quel lien causal il faut placer entre ces deux phénomènes : le travail et la chaleur. Il est permis en effet de présenter ici deux hypothèses : ou le travail mécanique est la cause efficiente et productrice de la chaleur; ou le travail ne produit pas directement la chaleur, mais il provoque, dans le corps où il est dépensé, le déploiement d'une énergie calorifique préexistante, et l'activité de cette force intrinsèque répond à l'excitation produite par le travail. Or ces deux hypothèses se concilient parfaitement avec le principe de la conservation de l'énergie (1) et de la loi susmentionnée.

Est-il requis enfin, pour la justification de cet équivalent mécanique, que toujours le travail développe de la chaleur sensible, et que celle-ci à son tour puisse fournir le même travail? L'expérience prouve le contraire. Si on comprime de la glace, loin de donner naissance à un phénomène thermique, on la refroidit, car son point de fusion se trouve abaissé. Ces productions de calorique ne sont pas toujours les mêmes dans tous les corps, elles diffèrent selon le travail qui doit se produire à l'intérieur des masses. Il peut même se faire que tout le travail extérieur soit employé à vaincre les liaisons intérieures (2).

De même, « lorsque la chaleur, écrit M. Tait (3),

(1) Voir Tait. Esquisse de la théorie dynamique.
(2) P. Secchi. L'unité des forces physiques, p. 17.
(3) Tait. Ouv. cité.

est produite par un procédé non réversible comme le frottement, il y a dissipation d'énergie ; il suit de là que pour restaurer ou reproduire par la chaleur un effet mécanique quelconque, il faut dépenser en chaleur plus que l'équivalent du travail obtenu. — Il est donc vrai de dire que le travail ne développe pas toujours un phénomène thermique sensible et que le procédé n'est pas toujours réversible, mais ce qui reste avéré, c'est l'équivalence des deux phénomènes dans le cas où le travail est employé uniquement à faire naître la chaleur.

On le voit, sous quelque aspect qu'on le considère, ce principe n'autorise d'aucune façon à identifier la chaleur avec le mouvement local, il justifie encore moins la transformation du travail mécanique en phénomène thermique.

Nous avons déjà réfuté plus haut ces différentes assertions de la théorie atomique ; mais même à nous en tenir aux faits que le système mécanique peut invoquer avec le plus d'apparence de raison, nous les trouvons susceptibles d'une interprétation en harmonie à la fois avec l'hypothèse scolastique et avec les résultats de l'observation. Le travail mécanique, disions-nous, n'est pas un simple mouvement, mais il existe dans le corps en mouvement une énergie motrice intrinsèque ou communiquée. De même la chaleur ne consiste pas dans un mouvement local ; c'est une force proprement dite découlant de l'essence même de la substance corporelle ; elle est mise en éveil par la force motrice, et son dé-

ploiement se mesure sur l'excitation reçue. Le principe de l'égalité entre l'action et la réaction régit cet échange d'activité; le travail mécanique peut donc disparaître et se trouver remplacé par un phénomène thermique de même valeur. La chaleur dans sa destination secondaire étant une énergie motrice, de même que la force du moteur, ces deux énergies donnent lieu à du mouvement local qui en est la mesure, et malgré leur diversité qualitative, elles présentent un aspect mécanique commun qui permet au physicien d'établir entre elles la loi d'équivalence.

Or, y a t-il dans cette interprétation une seule assertion qui ne réponde au principe énoncé?

Le mécanisme ajoutait ensuite que toutes les forces de la nature peuvent également se transformer suivant la même loi d'équivalence. De nouveau, l'expérience révèle évidemment l'existence d'une loi de corrélation et d'équivalence entre tous ces phénomènes, mais l'interprétation mécanique du fait reste purement gratuite comme dans le cas précédent.

- On a coutume d'affirmer, écrit M. Hirn (1), que toutes ces forces se transforment les unes dans les autres. Il est beaucoup plus correct et plus libre de toute hypothèse de dire, que quand l'une se manifeste, l'intensité de l'autre s'abaisse proportionnellement. Toutes peuvent se traduire en un certain travail mécanique qu'elles peuvent rendre dans les

(1) Hirn. Analyse élémentaire de l'Univers, p. 326 et suiv.

conditions convenables. — Le principe de Mayer s'applique donc à toutes les forces de la nature, l'électricité, la lumière, le magnétisme, la gravitation, etc. Si, dans un phénomène quelconque, il se produit, par exemple, de l'électricité, nous sommes certains qu'il se dépense ou de la lumière, ou de la chaleur, ou du travail mécanique en quantité équivalente. Il y a équivalence quantitative au point de vue des effets produits, elles peuvent se faire place réciproquement suivant une loi d'équivalence; mais pas un fait, pas le plus minime d'entre eux ne nous autorise à affirmer ou à nier que la lumière, la chaleur, l'électricité doivent être rapportées à un même principe. —

L'explication que nous avons donnée du lien causal qui relie entre elles ces différentes forces paraitra peut-être étrange. L'énergie motrice, avons-nous dit, ne produit pas la chaleur, elle en est seulement la cause excitatrice. Pourquoi donc cette distinction? On en verra facilement toute l'importance par les conséquences auxquelles conduirait l'autre hypothèse.

Une même cause, par son action sur un corps, peut provoquer l'apparition successive de plusieurs phénomènes très divers. Ainsi le travail mécanique donne naissance à un phénomène calorifique; à celui-ci pourra succéder un phénomène électrique, puis un phénomène luminique, etc. Cela posé, supposons que l'énergie motrice soit la cause efficiente de la chaleur; il y aura identité entre cette cause

et son effet, et la force calorifique sera intrinsèque au corps échauffé. Mais cette puissance communiquée de l'extérieur produit à son tour l'électricité. De nouveau la force électrique et la chaleur seront de même nature et se ramèneront finalement à l'énergie motrice. En continuant ce procédé, on arriverait donc fatalement à identifier toutes les énergies spécifiques du monde corporel. Toutes seraient extrinsèques aux corps, et les masses matérielles en général joueraient uniquement le rôle de substrats réceptifs d'énergies mécaniques communiquées. C'est le mécanisme mitigé.

Si l'on veut maintenir la diversité spécifique des forces de la nature et leur union nécessaire avec le fonds substantiel, il faut donc refuser à chacune d'elles une action vraiment efficiente sur un phénomène d'autre nature dont elle provoque l'apparition. Mais dans le corps même où elles apparaissent successivement, elles sont l'une pour l'autre une condition d'activité.

2e argument. Les poids atomiques.

Le premier argument du mécanisme tendait à prouver que tous les phénomènes physiques sont réductibles à du mouvement local. Le second tend plutôt à établir directement l'homogénéité de la matière.

Un célèbre chimiste anglais du nom de Proust avait reconnu que parmi les poids atomiques un certain nombre sont des multiples exacts de celui

de l'Hydrogène. Il étendit ce rapport à la série tout entière des corps simples, et admit que les poids des atomes, indistinctement, sont des multiples de celui de cet élément. On en tira comme conséquence l'unité essentielle de la matière; en d'autres termes, toutes les substances élémentaires, et partant tous les composés chimiques, seraient constitués d'une même matière primitive plus ou moins condensée.

Cette opinion de Proust, soutenue par Thompson et plus tard par Dumas, ne s'accorde pas avec les déterminations stœchiométriques précises. Les recherches entreprises par Berzélius, Tumer, Marignac et Stas (1), dans le but exprès de la vérifier, ont montré que les poids atomiques de beaucoup de corps simples, quoique s'en approchant beaucoup, n'étaient pas des multiples exacts du poids atomique de l'Hydrogène (2).

M. Stas essaya de rajeunir cette loi du chimiste anglais en admettant que les poids atomiques de tous les corps sont des multiples d'une fraction du poids de l'Hydrogène, par exemple 0,50 ou 0,25. Or, malgré des expériences très soigneusement conduites, il lui fut impossible de concilier avec cette théorie plusieurs poids atomiques, entre autres celui du Chlore. D'ailleurs, il faut convenir, dit M. Wurtz, que cette dernière manque absolument de preuves expérimentales, et qu'il faut re-

(1) Recherches sur les rapports des poids atomiques. Bruxelles, 1860, p. 609.

(2) Lothar Meyer. Les théories modernes de la chimie, vol. I, p. 135.

noncer à chercher de telles preuves dans des déterminations de poids atomiques à l'aide des méthodes connues » (1).

Scientifiquement parlant, aucune de ces hypothèses ne jouit d'une probabilité quelque peu sérieuse. Mais il y a plus. Supposé même que l'on parvienne un jour à découvrir ce sous-multiple dont tous les atomes seraient regardés comme des multiples exacts, la conclusion du mécanisme dépasserait encore de beaucoup les prémisses. Sans doute, en théorie, en considérant les atomes uniquement au point de vue de leur masse ou quantité de matière, on pourrait regarder le poids de chacun d'eux comme équivalent à un certain nombre de fois le poids du sous-multiple choisi. Cette conclusion seule serait rigoureuse. Mais de quel droit affirmer la formation de tous les atomes actuels par une simple condensation d'une matière primitive homogène? Admettons, en effet, que les substances élémentaires de la chimie sont des natures spécifiquement distinctes entre elles; le fait dont il s'agit s'expliquerait aisément sans recourir à la théorie des condensations. Si les 70 corps simples, actuellement reconnus, constituent 70 espèces différentes, si chacun d'eux réclame sa quantité spéciale de matière à raison de la spécificité de sa forme essentielle, il est tout naturel que l'on retrouve dans cette échelle de corps une graduation suivie et régulière de poids, conformément aux exigences des natures.

(1) Wurtz. Dictionnaire de chimie, p. 471.

La considération théorique dont nous parlions pourrait se faire tout aussi bien que dans l'hypothèse mécanique, et la découverte de cette progression de poids aurait pour résultat de nous montrer l'ordre admirable suivi par le créateur dans la constitution primitive des masses élémentaires.

Il ne faudrait pas s'imaginer cependant que cette théorie s'oppose à cette autre hypothèse bien différente du mécanisme, d'après laquelle les corps simples actuels seraient eux-mêmes des composés chimiques. Si la science de l'avenir arrivait réellement à réaliser cette décomposition, on reculerait simplement le problème, et l'on appliquerait à ces unités tout à fait primitives, et aux atomes des chimistes modernes, tout ce que nous disons actuellement de nos corps simples et composés.

5e argument. Les relations entre les poids atomiques et les propriétés physiques et chimiques.

Si l'on place tous les éléments de la chimie dans un seul cadre, d'après la valeur croissante des poids atomiques, on constate deux faits. D'abord les chiffres qui expriment ces poids ne diffèrent d'un élément à l'autre que de quelques unités. En second lieu les propriétés se modifient graduellement avec l'accroissement du poids atomique.

Se basant sur cette découverte, le mécanisme conclut que les propriétés des corps dépendent uniquement de la grandeur des masses, ou de la quantité de matière condensée.

Cette conclusion est illégitime à plusieurs titres. Le simple énoncé de cette loi de progression suffit à nous le montrer. M. Mendeleef l'exprime dans les termes suivants : « Les propriétés des éléments se trouvent en relation périodique avec leurs poids atomiques. »

Ces modifications ne progressent donc pas d'une manière continue depuis le premier terme jusqu'au dernier, mais elles parcourent plusieurs cycles ou périodes. Si, au contraire, comme le soutient le mécanisme, les propriétés des corps simples se trouvaient uniquement en fonction des masses atomiques, non seulement elles seraient soumises à une loi périodique, mais la progression devrait être rigoureusement continue, ce qui n'a pas lieu.

Cette synthèse ainsi entendue peut attirer sans doute l'attention des chimistes. Il ne faut pas cependant en exagérer la valeur, et les chimistes les plus distingués en font eux-mêmes ressortir les imperfections.

« S'il est vrai de dire d'une manière générale — écrit un savant plusieurs fois cité — que les propriétés des corps subissent des modifications périodiques avec l'accroissement des poids atomiques, la loi de ces modifications nous échappe, et cette loi ne paraît pas simple ; car, d'une part, on constate que ces accroissements sont loin d'être réguliers, les différences entre les poids atomiques d'éléments voisins variant entre des limites assez étendues, et sans qu'on puisse découvrir des régularités dans ces

variations; d'autre part, il faut reconnaitre que les dégradations de propriétés, ou si l'on veut les écarts plus ou moins grands entre les propriétés d'éléments voisins, ne paraissent pas dépendre de la valeur des différences entre les poids atomiques. Ce sont là des difficultés » (1).

« Il ne faut jamais oublier, dans ces considérations, dit Lothar Meyer (2) que la loi générale qui règle les relations entre le poids atomique des corps et leurs propriétés est jusqu'ici peu connue... nous ne sommes pas assez avancés pour pouvoir déduire cette théorie d'une ou de quelques lois générales; nous devons bien plutôt procéder par induction, avec une extrême prudence, et en ayant toujours présente à l'esprit cette pensée de Bacon : « Gestit enim mens exsilire ad magis generalia, ut acquiescat, et post parvam moram fastidit experientiam. »

D'ailleurs les modifications fussent-elles même continues et régulières, la théorie de la condensation ne serait pas la seule à expliquer ce fait. Qu'y aurait-il d'étonnant, en effet, à ce que toutes ces masses élémentaires spécifiquement distinctes entre elles possédassent chacune une quantité spéciale de matière, et manifestassent des propriétés selon une progression continue? Bien au contraire, nous l'avons montré déjà, il serait permis d'assigner à ce fait une raison vraiment suffisante qu'on rechercherait en vain dans le mécanisme.

(1) Wurtz. Théorie atomique, p. 117.
(2) Les théories modernes de la chimie, p. 203.

4e argument tiré du fait de l'Isomérie.

Les partisans de l'unité essentielle de la matière croient trouver une preuve péremptoire de leur théorie dans un phénomène chimique auquel Berzélius a donné le nom générique d'isomérie.

Certains corps composés présentent ce phénomène très remarquable, de renfermer les mêmes éléments associés suivant les mêmes rapports, et de manifester cependant des propriétés soit physiques, soit chimiques, soit physiques et chimiques à la fois, fort diverses.

On rattache en chimie cette diversité de propriétés de corps isomères à des causes différentes. De là on distingue deux sortes d'isomérie : la métamérie et la polymérie.

Les corps métamères sont formés des mêmes éléments associés suivant les mêmes poids absolus; ils renferment donc le même nombre d'atomes; ex. l'acide butyrique $C_4 H_8 O_2$, et l'éther acétique $C_4 H_8 O_2$.

Les propriétés de ces corps sont notablement différentes; l'éther acétique est un liquide, neutre de réaction, d'une odeur suave, agréable, bouillant à 72°; l'acide butyrique normal est de réaction acide, d'une odeur désagréable, nauséabonde, bouillant à 161°. La cause de la diversité de caractères se trouve, dit-on, dans l'arrangement spécial des atomes constitutifs de la molécule ou dans la formule de structure.

Les corps polymères sont formés des mêmes élé-

ments associés suivant les mêmes rapports, mais en quantités absolues différentes ex. l'aldéhyde acétique C_2H_4O et l'acide butyrique $C_4H_8O_2$. Ces deux corps renferment du Carbone, de l'Hydrogène et de l'Oxygène ; ces éléments sont associés suivant le même rapport, mais la formule brute du premier corps est doublée dans le second.

De ces cas d'isomérie découlent, selon l'opinion des mécanistes, les conclusions suivantes :

1° Il résulte du fait de la polymérie que, par la simple condensation d'une matière identique, on peut donner naissance à des corps très différents au point de vue des propriétés physiques et chimiques.

2° Comme nous le révèle le cas de métamérie, deux corps constitués des mêmes éléments et d'un même nombre d'atomes, présentent des caractères divers dès qu'on varie l'arrangement intérieur de leurs parties constitutives ; les propriétés des composés dépendent du changement de position des éléments générateurs.

3° Il ressort enfin de ces deux faits que toute synthèse chimique se réduit nécessairement à un groupement d'atomes équilibrés.

Pour répondre à cet argument nous devons examiner en particulier chacun des phénomènes cités. Prenons d'abord deux corps polymères, dont l'un renferme deux fois plus d'atomes que le premier. Quelle peut être l'origine de la diversité de leurs propriétés? Faut-il recourir à une simple condensation? Absolument pas. Si les deux ou trois éléments,

qui concourent par leur réaction mutuelle à la formation du premier corps, s'associent dans d'autres circonstances suivant un nombre d'atomes doublé, la résultante des forces auxquelles ils donneront lieu dans ce cas, sera fatalement toute différente ; le corps chimique nouveau, amené par cet échange d'activités, sans être formé par condensation, sera néanmoins polymère du premier, et présentera des propriétés spéciales en rapport avec sa nature spécifique. C'est une première hypothèse parfaitement conforme aux faits : la polymérisation, de l'aveu des chimistes, est une véritable combinaison et non pas un simple phénomène physique (1).

Mais on pourrait aller plus loin sans renoncer en aucune façon à la théorie que nous défendons. Sans doute, deux molécules homogènes n'ont jamais d'affinité réciproque dans les conditions ordinaires. Rien n'empêche cependant qu'après avoir subi des modifications profondes sous l'action d'une chaleur intense, elles soient élevées à une unité supérieure nécessairement en fonction de la qualité et du nombre des composants.

Dans cette hypothèse comme dans la précédente, la nature et les propriétés du corps polymère se trouvent expliquées. Quoiqu'il ne soit point un produit de condensation, un groupement de deux molécules, mais un être spécifique doué d'unité essentielle, il répond aux exigences de plusieurs

(1) Wurtz. Dictionnaire de chimie, p. 144.

générateurs incapables de conserver, avec leur nature individuelle, leurs propriétés altérées.

Tout en rejetant les assertions du mécanisme il nous est donc permis de légitimer ce fait et de le mettre d'accord avec les principes de la théorie de l'École.

Il reste le cas de métamérie. Le butane formé de 4 atomes de Carbone et de 10 atomes d'Hydrogène présente deux variétés. Chacune d'elle a sa formule de structure spéciale :

$$1^{re} \quad \begin{array}{c} C\,H_3 \\ | \\ C\,H_2 \\ | \\ C\,H_2 \\ | \\ C\,H_3 \end{array} \qquad\qquad 2^{me} \quad \begin{array}{c} C\,H_3 \quad C\,H^3 \\ \diagdown \;\; \diagup \\ C\,H \\ | \\ C\,H_3 \end{array}$$

L'arrangement de ces différents groupes se fait en tenant compte de l'atomicité du Carbone; comme cet élément, susceptible de s'unir 4 atomes d'Hydrogène, se trouve associé à un nombre inférieur, on complète par une; deux, trois soudures ses atomicités latentes.

Dans le deuxième corps, par exemple, C H, qui ne possède qu'un H, se trouve relié aux trois autres groupes. Ces formules, on le voit, nous dépeignent l'arrangement intérieur des parties constitutives de la molécule. C'est l'interprétation de ce fait.

Eh bien! acceptons les formules décrites. Seulement au lieu de voir en elles une expression fidèle du corps formé, nous les regarderons comme une

description de l'arrangement suivant lequel ces parties vont réagir mutuellement pour la formation du composé nouveau.

De plus, à la place de groupes proprement dits, plaçons des êtres doués d'unité essentielle, mais contenant virtuellement le nombre d'atomes qu'on attribue à chacun d'eux. Ces deux suppositions sont légitimes. Dans l'hypothèse atomique aussi bien que dans la nôtre, ces parties diverses ne peuvent constituer la molécule sans exercer entre elles une influence réciproque; et d'autre part, que ces parties soient des substances dans le sens rigoureux du mot plutôt que des groupements d'atomes, leurs propriétés réelles se justifient parfaitement.

Cela posé, considérons la réaction. Comme nous le montre clairement la formule, les générateurs immédiats du composé diffèrent entre eux, et si nous comparons ensemble les deux corps isomères, nous voyons que chacun d'eux renferme des groupes que l'autre ne possède pas.

Le premier isomère en effet nous présente deux corps identiques ayant pour formule $C\,H_2$ et deux corps spécifiquement distincts des premiers, $C\,H_3$. Le second isomère est formé de trois corps de même nature $C\,H_3$ et d'un autre corps $C\,H$. Pour nous qui admettons que chacun de ces groupes constitue un être chimique, il existe donc une diversité spécifique entre les générateurs de ces deux composés. Sans doute au total ils posséderont virtuellement le même nombre d'atomes et d'éléments, mais la réac-

tion sera en fonction de générateurs essentiellement différents. Partant l'échange d'activités aura pour conséquence une résultante de forces également différente dans les deux synthèses et pour terme final deux isomères, deux natures chimiques douées d'unité et de propriétés spéciales.

La chimie organique nous offre d'autres hydrocarbures beaucoup plus complexes. C_{10} H_{22}, par exemple, forme jusque 75 variétés. Pour expliquer les caractères de ces isomères, il n'est pas toujours permis d'invoquer la diversité spécifique des groupes qu'ils renferment. Il peut se faire que les mêmes corps $C\,H_3$, $C\,H_2$, $C\,H$, C, se rencontrent dans un grand nombre de ces composés hydrocarbonés. Mais l'examen attentif de leur formule nous montre une autre différence très importante. Si nous comparons entre elles ces variétés, nous voyons que dans l'une le groupe $C\,H_3$ se trouve répété un plus grand nombre de fois, mais les groupes de $C\,H$ sont moins nombreux ; dans l'autre, les $C\,H_2$ se multiplient, mais au préjudice des $C\,H_3$ et $C\,H$, etc.

Dans toute cette multitude d'isomères il est impossible d'en découvrir deux seulement où le nombre de chacun de ces groupes soit identique. De nouveau, si ces quatre parties sont des natures chimiques différentes, si l'une d'entre elles prédomine au détriment d'une autre, l'on comprend que ce changement apporté dans le nombre des générateurs d'une espèce donnée ne sera pas sans exercer d'influence sur le résultat final de leur activité.

Réduire donc toutes les forces mises en jeu dans cette réaction à du mouvement local, rattacher les caractères divers des isomères à une simple variation de position des masses atomiques, faire du composé un groupement d'atomes équilibrés, c'est créer une hypothèse purement gratuite et, à notre avis, inconciliable avec les faits.

D'ailleurs, il importe de le noter, ces corps ne s'obtiennent nullement au hasard, mais chacun d'eux réclame un mode spécial de préparation. Or il nous semble incontestable, abstraction faite de toute formule, que la diversité des générateurs peut apporter, dans des composés formés néanmoins du même nombre d'éléments et d'atomes, des propriétés différentes. L'expérience l'atteste, les dérivés retiennent facilement quelque chose de leurs générateurs (1).

5e argument basé sur la loi des chaleurs atomiques et moléculaires.

Dulong et Petit firent connaître cette loi remarquable, que la chaleur spécifique des atomes des corps simples est inversement proportionnelle à leurs poids atomiques, de manière qu'en multipliant ces poids par leur chaleur spécifique respective on obtient une moyenne égale à 6, 4.

Ainsi, le poids du Bismuth est trente fois plus fort que celui du Lithium ; la chaleur atomique du premier corps est trente fois moindre que celle du

(1) Berthelot. Synthèse chimique, p. 60 et suiv.

second. Le Nickel et le Cobalt ont à peu près le même poids atomique; ils ont aussi à peu près la même chaleur.

Cette loi ne regarde directement que les corps simples.

MM. Kopp et Woestyn l'étendirent plus tard aux composés eux-mêmes. Ils démontrèrent en effet que l'atome des éléments conserve dans les synthèses sa chaleur spécifique; en d'autres termes la chaleur moléculaire équivaut au produit des chaleurs spécifiques des atomes, multipliées par leur nombre.

Ces deux lois, on le voit, fournissent au chimiste un moyen sérieux de contrôle dans la détermination expérimentale des poids atomiques.

On s'est également basé sur elles pour affirmer la persistance actuelle des éléments dans le composé.

D'abord il est un point sur lequel nous voulons appeler l'attention des mécanistes; c'est que pour donner d'une loi une explication vraiment suffisante, ce n'est pas assez de justifier l'une ou l'autre de ses applications, mais il faut la justifier dans toute sa portée.

Dans le cas actuel, l'hypothèse qui seule réunit ces conditions sera celle qui rendra tout à la fois raison de la diversité des chaleurs atomiques et du caractère des chaleurs moléculaires.

Considérons maintenant la première loi ou plutôt la première application de la loi générale. Elle énonce que la chaleur est inversement proportion-

nelle aux poids des atomes. Or, loin de conduire à l'identité de la matière, il nous semble au contraire que cette proposition se concilie bien difficilement avec elle.

Si la matière est partout homogène, comment se fait-il que 240 grammes d'Uranium n'exigent pas plus de chaleur pour s'échauffer d'un degré que 7 grammes de Lithium?

De plus, si les atomes, comme on le soutient, sont des produits de condensation d'une matière primitive homogène, leur chaleur spécifique devait croître avec leur poids; l'expérience nous révèle en effet que la quantité de calorique absorbé par une masse homogène augmente proportionnellement à l'accroissement de cette masse. Or, c'est précisément le contraire que nous remarquons dans la chaleur des atomes; elle est inversement proportionnelle à leurs poids.

Ce fait inexplicable dans cette hypothèse se comprend aisément dans la nôtre : si chaque atome des corps simples a sa nature spécifique, il est aussi tout naturel qu'il possède également sa chaleur spécifique.

Nous concédons qu'on ne doit pas se représenter les atomes comme de simples récipients dans lesquels le calorique se dissimule pendant un certain temps pour s'en échapper plus tard; mais il n'en est pas moins vrai que chaque corps présente à cet égard des aptitudes diverses, qui, en dernière analyse, doivent trouver leur cause dans l'atome lui-même.

En second lieu, la loi nous montre que les éléments

communiquent au composé leur chaleur spécifique. De nouveau, ce fait ne prouve ni pour ni contre la persistance actuelle des atomes dans la synthèse. Quoique le composé chimique soit une substance spécifiquement distincte de ses générateurs, il en est cependant le substitut naturel; dans son unité il renferme leurs bases matérielles et des parties diverses qui représentent les composants. Dès lors, on n'a pas de peine à comprendre que la chaleur de la molécule peut être la somme des chaleurs spécifiques des atomes existant virtuellement en elle. On remarque, il est vrai, que la plupart des propriétés des éléments subissent des modifications profondes dans la synthèse, mais il n'est nullement nécessaire que toutes en éprouvent au même degré.

Ainsi le volume occupé par certaines molécules répond adéquatement à la somme des volumes des composants; l'aptitude à l'étendue est donc tout à fait similaire. De même, on retrouve dans un bon nombre de substances chimiques les propriétés spectrales des générateurs assez légèrement modifiées(1).

Tous ces faits et d'autres semblables prouvent certainement la permanence virtuelle des éléments et la diversité de parties de la molécule; aucun d'eux cependant n'exige davantage.

La conclusion qui se dégage de cette critique c'est que la loi des chaleurs spécifiques considérée sous

(1) Voir plus haut page 45.

tous ses aspects et dans toute son extension se concilie avec l'hypothèse scolastique ; le mécanisme, au contraire, explique uniquement son application aux molécules, et rend inintelligible la différence des chaleurs atomiques qu'il présuppose.

D'ailleurs, cette loi confirme entièrement la réfutation que nous avons donnée de ce système dans l'interprétation du cas de polymérie, en nous montrant combien à tort on prétend tirer de ce fait une preuve sérieuse en faveur de la formation des éléments chimiques par la condensation d'une matière primitive. En effet, tandis que la chaleur spécifique des atomes reste sensiblement la même dans les corps polymères comme la chaleur spécifique des deux composants d'une combinaison chimique; celle des éléments varie en raison inverse de leur poids atomique. « Cette circonstance, dit M. Berthelot (1), ne permet pas d'assimiler nos corps simples actuels à des corps polymères proprement dits, c'est-à-dire de les envisager comme formés de la même façon et suivant les mêmes lois, par la condensation d'une matière fondamentale. »

Nous croyons maintenant avoir rempli notre tâche. Conformément au programme que nous nous étions tracé dans notre préface, nous avons fait l'examen de la théorie mécanique et de la physique aristotélicienne. L'impuissance du mécanisme à justifier les faits qu'il se donne pour mission d'expli-

(1) Synthèse chimique, p. 60. — Voir Hirn. Analyse élémentaire de l'Univers.

quer, la constante harmonie que nous avons constatée entre la théorie scolastique et l'ensemble des phénomènes qu'elle interprète, enfin l'insuffisance des objections et des difficultés que l'on invoque pour en ébranler les fondements, tout ne semble-t-il pas concourir à montrer que nous avons atteint notre but et que la théorie de l'École mérite à juste titre d'être appelée une théorie vraiment scientifique.

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE III. L'HYPOTHÈSE SCOLASTIQUE.

CHAPITRE IV. EXAMEN DE L'HYPOTHÈSE SCOLASTIQUE.

Art. Ier. Explication des faits de l'ordre chimique.

Nys BD 518 .F8 N9

Le probléme cosmologique.

